COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-VINGT-DEUXIÈME.

JANVIER — JUIN 1896.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1896

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1896.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs:

HERMITE (Charles) (G. O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ✻).
PICARD (Charles-Émile) ✻.
APPELL (Paul-Émile) (O. ✻).

SECTION II. — *Mécanique.*

RESAL (Henri-Amé) (O. ✻).
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) (O. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ✻).
GUYOU (Émile) (O. ✻).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✵).
CORNU (Marie-Alfred) (O. ✵).
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✵).
LIPPMANN (Gabriel) (O. ✵).
BECQUEREL (Antoine-Henri) ✵.
POTIER (Alfred) (O. ✵).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

FRIEDEL (Charles) (O. ✵).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ✵).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ✵).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ✵).
MOISSAN (Henri) (O. ✵).
GRIMAUX (Louis-Édouard) (O. ✵).

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✵).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. ✵.
FOUQUÉ (Ferdinand-André) (O. ✵).
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ✵).
HAUTEFEUILLE (Paul-Gabriel) ✵.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique.*

NAUDIN (Charles-Victor) ✵.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✵).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✵).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ✵.
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) ✵.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ❋).
REISET (Jules) (O. ❋).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ❋).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ❋).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ❋).
GIRARD (Aimé) (O. ❋).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ❋).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ❋).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ❋).
SAPPEY (Philibert-Constant) (C. ❋).
RANVIER (Louis-Antoine) ❋.
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ❋).

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C ❋).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ❋).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ❋).
POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (C. ❋).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ❋).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (O. ❋).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (G. O. ❋), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ❋), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (C. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (C. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ✻).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William Thomson, lord) à Glasgow (C. ✻).
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
LISTER (Sir John), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ✻).
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION I^re. — *Géométrie* (6).

SYLVESTER (James-Joseph) (O. ✻), à Oxford.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE, à Leipzig.
FUCHS (Immanuel-Lazarus), à Berlin.
SCHWARTZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BELTRAMI (Eugène), à Rome.
SIRE (Georges-Étienne), à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel), ✻, à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Lorient.
RIGGENBACH (Nicolas), ✻, à Olten (Suisse).

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Poulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) (O. ✻), à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cambridge (États-Unis).
LANGLEY (Samuel), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oscar), à Poulkova.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), ✻, à Lisbonne.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
MANEN (Eugène-Hippolyte-Léopold-Marie) (O. ✻), à Fleury (Seine-et-Oise), et à Paris.
TILLO (Alexis DE), à Saint-Pétersbourg.
NANSEN (Fridt-Jof), à Bergen (Norvège).

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✻, à Bourg.
RAOULT (François-Marie) (O. ✻), à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin), ✻, à Baltimore.
WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ✻), à Leipzig.
BICHAT (Ernest-Adolphe) ✻, à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) (O. ✻), à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin) ✻, à Nancy.
KEKULÉ (Friedrich-August), à Bonn.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZARO (Stanislas), à Rome.
RAMSAY (William), à Londres.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Shoreand, near Sevenoaks, Kent.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ✻, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand-Freihew VON), à Berlin.
MATHERON (Pierre-Philippe-Émile), à Marseille.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
CLOS (Dominique) ❄, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) (O. ❄), à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ❄, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ❄, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ❄, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
MUELLER (Ferdinand, Baron von), à Melbourne.
COHN (Ferdinand), à Breslau.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ❄, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ❄), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (G. C. ❄), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) (O. ❄), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ❄), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

STEENSTRUP (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ❄, à Sérignan (Vaucluse).
MARION (Antoine-Fortuné) ❄, à Marseille.
KOWALEWSKI (Alexandre), à Saint-Pétersbourg.
FLOWER (Sir William-Henry), à Londres.
SABATIER (Armand) ❄, à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (C. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (C. ✻), à Téhéran.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
LAVERAN (Louis-Charles-Alphonse) ✻, à Lille.
ENGELMANN (Théodor-Willhem), à Utrecht.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi, cette année, dans l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Chatin obtient.	44	suffrages.
M. Friedel »	11	»
M. Van Tieghem	1	»

M. Chatin, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Vice-Président pour l'année 1896.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1896.

MM. **Fizeau** et **Daubrée**, Membres sortants, réunissent la majorité des suffrages.

M. **Marey**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1895.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1896.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXVIII (1er semestre 1894) et le Tome CXIX (2e semestre 1894) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1895 ont été mis en distribution avec la régularité ordinaire.

Mémoires présentés. — Un Mémoire de M. Stieltjes, intitulé : « Recherches sur les fractions continues » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 2).

Un Ouvrage de M. Charles Riquier, intitulé : « Mémoires sur l'existence des intégrales dans un système différentiel quelconque et sur la réduction d'un semblable système à une forme linéaire et complètement intégrable du premier ordre » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 3).

Un Mémoire de M. Bazin, intitulé : « Expériences sur la contraction des veines liquides » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 4).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1895.

Membres décédés.

Section de Minéralogie : M. **Pasteur**, décédé le 28 septembre.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Verneuil**, décédé le 11 juin.
Académicien libre : M. le baron **Larrey**, décédé le 8 octobre.

Membres élus.

Section de Minéralogie : M. **Hautefeuille**, le 14 janvier, en remplacement de M. Mallard, décédé.

Section de Botanique : M. **Guignard**, le 11 février, en remplacement de M. Duchartre, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Lannelongue**, le 25 novembre, en remplacement de M. Verneuil, décédé.

Académiciens libres : M. **Carnot**, le 18 mars, en remplacement de M. de Lesseps, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **Pasteur**, décédé le 28 septembre.

Académicien libre : M. le baron **Larrey**, décédé le 8 octobre.

Changements survenus parmi les Associés étrangers depuis le 1er janvier 1895.

Membres élus.

M. **Weierstrass**, à Berlin, le 25 février, en remplacement de M. Kummer, décédé.

M. **Frankland**, à Londres, le 27 mai, en remplacement de M. Van Beneden, décédé.

M. **Newcomb**, à Washington, le 17 juin, en remplacement de M. Helmholtz, décédé.

Membre à remplacer.

M. **Tchebichef**, décédé le 8 décembre 1894.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1895.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Neumann**, à Kœnigsberg, décédé le 23 mai.

Section d'Astronomie : M. **Cayley**, à Cambridge, décédé en 1895; M. **Hind**, à Londres, décédé en 1895.

Section de Botanique : M. le marquis **de Saporta**, à Aix, décédé le 26 janvier.

Section d'Économie rurale : M. **Hellriegel**, décédé le 24 septembre.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Dana**, à New-Haven, décédé le 17 avril; M. **Vogt**, à Genève, décédé le 5 mai; M. **Huxley**, à Odessa, décédé en 1895; M. **Lovén**, à Stockholm, décédé le 18 septembre.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ludwig**, à Leipzig, décédé en mai 1895.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Fuchs**, à Berlin, le 24 juin, en remplacement de M. Weierstrass, nommé Associé étranger; M. **Schwarz**, le 1er juillet, en remplacement de M. Neumann, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Backlund**, à Poulkova, le 17 juin, en remplacement de M. Wolff, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **Nansen**, à Bergen (Norwège), en remplacement de M. le baron de Nordenskiold, nommé Associé étranger.

Section de Chimie : M. **Ramsay**, à Londres, le 15 juillet, en remplacement de M. Frankland, nommé Associé étranger.

Section de Minéralogie : M. **Matheron**, à Marseille, le 7 janvier, en remplacement de M. Scacchi, décédé.

Section de Botanique : M. le baron **Mueller**, à Melbourne, le 1er juillet, en remplacement de M. Pringsheim, décédé; M. **Cohn**, à Breslau, le 8 juillet, en remplacement du marquis de Saporta, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Kowalewsky**, à Odessa, le 17 juin, en remplacement de M. Cotteau, décédé; M. **Flower**, à Londres, le 15 juillet, en remplacement de M. Van Beneden, nommé Associé étranger; M. **Sabatier**, à Montpellier, le 15 juillet, en remplacement de M. Dana, décédé; M. **Retzius**, à Stockholm, le 22 juillet, en remplacement de M. Vogt, décédé; M. **Bergh**, à Copenhague, le 29 juillet, en remplacement de M. Huxley, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Laveran**, à Lille, le 24 juin, en remplacement de M. Hannover, décédé; M. **Herrgott**, à Nancy, le 21 janvier, en remplacement de M. Rollet, décédé; M. **Engelmann**, à Utrecht, le 1er juillet, en remplacement de M. Ludwig, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Cayley**, à Cambridge, décédé; M. **Newcomb**, à Washington, élu Associé étranger, le 17 juin; M. **Hind**, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Hellriegel**, décédé le 24 septembre.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Lovén**, à Stockholm, décédé le 18 septembre.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *John-Russell Hind,* Correspondant de la Section d'Astronomie, décédé le 23 décembre 1895, à l'âge de 72 ans.

Notice sur les travaux de M. Hind; *par M.* **F. Tisserand.**

« M. Hind, dont nous venons d'apprendre la mort, était le doyen des Correspondants de la Section d'Astronomie; il avait été nommé en 1851, en remplacement de M. Schumacher.

» M. Hind a commencé sa carrière scientifique à l'observatoire de Greenwich, dans le service magnétique. Après avoir pris part à l'importante détermination chronométrique de Valentia, il entra en 1844 à l'observatoire privé de M. Bishop, à Regent's Park, où il remplaçait un observateur éminent, Dawes, universellement connu par ses mesures micrométriques d'étoiles doubles. Il s'occupa principalement de la construction de 24 Cartes comprenant les étoiles, jusqu'à la 11^{e} grandeur, situées dans une zone de 3° de part et d'autre de l'écliptique.

» M. Hind fut récompensé de ce pénible travail par la découverte de 10 planètes. On était resté pendant 38 ans sur la découverte des quatre premières, Cérès, Pallas, Junon et Vesta, lorsqu'un astronome amateur, Hencke, trouva la cinquième en 1845 et la sixième en 1847. M. Hind découvrit ses dix planètes entre 1847 et 1852; dans cet intervalle, l'Académie des Sciences lui décerna cinq fois le prix Lalande.

» Dans l'inspection minutieuse du Ciel, nécessitée par la construction de ses Cartes écliptiques, M. Hind fut conduit à la découverte d'un grand nombre d'étoiles variables, parmi lesquelles on en peut citer deux qui se trouvent en quelque sorte aux deux extrémités de la série de variabilité : la première est du type d'Algol, elle brille pendant 9 jours comme une étoile

de 8^e^ grandeur, descend en quelques heures à la 11^e^, et remonte dans le même temps à la 8^e^ grandeur. L'autre peut être considérée comme une étoile nouvelle; elle était de 6^e^ grandeur au moment de sa découverte, dans une portion du Ciel où ne figurait auparavant aucune étoile de 10^e^ grandeur, monta à la 4.5^e^ grandeur, devenant ainsi largement visible à l'œil nu et tomba ensuite graduellement à la 11^e^ grandeur.

» On doit à M. Hind une constatation curieuse : il a reconnu que Lamont, le Directeur de l'observatoire de Munich, avait observé Neptune en 1845, comme une étoile fixe de son Catalogue, et deux fois en 1846, le 7 et le 11 septembre; une réduction immédiate de ses observations lui aurait révélé le mouvement propre, et fait découvrir Neptune douze jours avant que Galle constatât sa présence, à la position assignée par les calculs de Le Verrier.

» On doit encore à M. Hind la démonstration du sens rétrograde du mouvement du satellite de Neptune, d'après les observations de Lassell à Malte; la découverte d'une nébuleuse variable et celle de plusieurs comètes; le calcul d'un grand nombre d'orbites de planètes, de comètes, d'étoiles doubles, etc.

» La Société royale astronomique de Londres lui décerna sa médaille d'or en 1852, sur un beau Rapport d'Adams, et il avait obtenu une pension nationale en récompense de ses travaux.

» M. Hind fut nommé surintendant du *Nautical Almanac* en 1853, et il a conservé cette importante fonction jusqu'en 1892.

» Il entretenait une correspondance suivie avec Le Verrier, et il avait tenu à venir à Paris pour assister aux obsèques de notre illustre Confrère. Les travaux de M. Hind ont été très utiles à la Science, et il était bon de rappeler ici quelques-uns des plus importants. »

CHIRURGIE. — *Anévrysme cirsoïde du cou, de la face, du plancher de la bouche et de la langue, traité par la méthode sclérogène.* Note de M. **Lannelongue.**

« L'Académie se souvient qu'en juillet 1891 je lui ai montré les résultats obtenus par la méthode que j'ai appelée *sclérogène,* sur les sujets atteints d'ostéo-arthrites tuberculeuses. Depuis cette époque, j'ai tenu à savoir, autant que cela a été possible, si la guérison s'était maintenue chez eux, et je dois déclarer aujourd'hui que la plupart des sujets

qui sont revenus me voir à l'hôpital n'ont pas présenté de récidives. La méthode a été appliquée d'ailleurs dans presque tous les pays, puis-je dire, et des effets analogues à ceux que j'ai annoncés sont consignés dans les thèses de Poux et de Mauclaire (Paris, 1893). Un grand nombre d'observations ont été publiées en France et à l'étranger (en Belgique, en Suisse, en Italie, en Roumanie). Je signalerai surtout une Communication de Ewe au dernier Congrès de l'Association médicale britannique, dans laquelle de nombreux résultats excellents sont rapportés. Depuis, plusieurs observations m'ont été adressées, en particulier par des chirurgiens russes et allemands.

» La méthode sclérogène, susceptible de généralisations étendues, a été appliquée à d'autres états morbides, aux tumeurs vasculaires en particulier. Le docteur Deubel, de Lure, a été le premier, je crois, qui se soit engagé dans cette voie, et il a publié deux exemples de guérison d'angiomes de la face. Je l'ai à mon tour essayée, et je viens aujourd'hui communiquer à l'Académie l'observation suivie, durant plusieurs années maintenant, d'une malade atteinte d'une des variétés d'angiomes les plus graves et les plus difficiles à guérir qui a été soumise avec succès au même traitement.

» Il s'agit d'une femme âgée de vingt-huit ans, venue de province à Paris pour se faire opérer, disait-elle, d'une tumeur volumineuse occupant à la fois le cou, la partie inférieure de la face et l'intérieur de la bouche. Elle ne savait pas fixer elle-même l'époque à laquelle la maladie avait débuté; elle la reportait à sa première enfance, et tout porte à croire qu'elle était congénitale. Mais elle s'était peu développée durant l'enfance et l'adolescence et ce n'était, d'après elle, qu'après son mariage que l'accroissement de volume s'était produit. La malade indiquait en outre que l'augmentation n'était pas seulement progressive, mais qu'il y avait des poussées brusques. Il s'était manifesté, avec le développement de la tumeur, toute une série de symptômes spéciaux qui plaçaient cette pauvre femme dans la nécessité impérieuse de réclamer une opération, quelle qu'elle fût.

» Au moment de mon premier examen, la tumeur occupait la région sous-maxillaire du côté droit, dépassant la ligne médiane en avant pour empiéter d'un pouce sur le côté gauche. De là elle remontait sur la joue droite, à partir du menton jusqu'à la région parotidienne. Elle suivait pour ainsi dire dans son développement le corps et la branche de la mâchoire du côté droit, formant en avant et au-dessous de cet os un relief saillant

en fer à cheval. La malade qui, d'ailleurs, s'exprimait avec gêne, appelait immédiatement l'attention sur l'intérieur de la bouche. L'examen de cette cavité révélait que le plancher de la bouche du même côté, ainsi que la moitié de la langue environ dans les deux tiers de sa longueur, étaient envahis par la tumeur. La langue était particulièrement gonflée, tendue et douloureuse au moindre contact, à cause d'un état luisant et de légères érosions très superficielles qui s'y produisaient depuis quelques mois seulement. De nombreuses dilatations artérielles suivaient le bord latéral de la langue et se voyaient aussi sur le plancher de la bouche.

» Les caractères que présentait cette tumeur à la palpation indiquaient immédiatement sa nature. Elle était molle et partout pulsatile; les pulsations y étaient isochrones à celles de la radiale. Mais, de plus, elle provoquait tout de suite la sensation d'un *thrill* intense plus fort en deux endroits, au cou dans la région sous-maxillaire et vers la région parotidienne. Là le toucher percevait un frémissement intense et l'auscultation révélait un bruit de souffle continu avec des renforcements à chaque diastole artérielle. Les pulsations existaient aussi dans la partie de la langue qui était atteinte, ainsi que dans le plancher de la bouche. Par la compression on faisait diminuer la tumeur, mais on ne pouvait jamais la réduire en entier. On voyait à sa surface quelques grosses veines dilatées, mais on ne découvrait pas de nœvus proprement dit.

» Les troubles fonctionnels et la douleur ressentis par la malade appelaient particulièrement l'attention. Cette pauvre femme avait beaucoup de peine à manger et elle éprouvait une grande gêne dans la mastication à cause du volume de la langue; elle ressentait aussi une douleur assez vive à cause de la desquamation et des exulcérations de la langue. Le contact des liquides était particulièrement douloureux; les douleurs suivaient le bord de la langue et se propageaient dans l'oreille. La malade très amaigrie en était arrivée à redouter de manger et de boire. Ce qui la tourmentait aussi était l'absence de sommeil; au moment où, obsédée par la fatigue, elle s'endormait, le susurrus de la tumeur la réveillait et ce bruit ne la quittait plus; durant la veille, elle était moins sensible au bruit de soufflet qui la réveillait.

» C'est dans ces conditions que la malheureuse femme se présentait à l'hôpital, réclamant une opération quelconque. Il ne pouvait y avoir de doute sur la nature de l'affection; le diagnostic était en quelque sorte inscrit dans la tumeur. Elle appartenait à ce cadre, encore assez mal circonscrit, de ce groupe des tumeurs vasculaires qu'on appelle *anévrysmes*

cirsoïdes et que Dupuytren appelait ici même, dans cette Académie, *varices artérielles*, et elle se présentait avec un caractère de gravité exceptionnel, par la menace d'une rupture dans la bouche, qui eût amené une hémorragie bien difficile à arrêter, et par les troubles fonctionnels qu'elle produisait. Une intervention chirurgicale s'imposait donc et c'est avec raison que la malade la réclamait. Mais laquelle et que convenait-il de faire? Le cas était embarrassant et vraiment difficile; je fus heureux de demander l'avis de mon collègue de l'hôpital, M. Jalaguier. Nous pesâmes successivement divers partis et aucun ne nous parut dépourvu de danger et surtout devoir atteindre le but. On ne pouvait songer à supprimer la tumeur; pour en modifier la circulation, il fallait recourir à la ligature combinée de la carotide primitive du côté droit, car la tumeur reposait sur la bifurcation de ce vaisseau et de la carotide externe du côté gauche. Un instant je songeai à recourir à cette double opération, mais la gravité de la seule ligature de la carotide primitive, suivie si souvent de paralysies, de troubles cérébraux persistants, de la mort même, m'arrêta et j'eus la pensée, avant d'accepter ce projet, de recourir à la méthode dont je suis le créateur.

» J'employai la technique que j'ai conseillée : solution de chlorure de zinc au dixième, injections de trois à quatre gouttes par chaque piqûre dans les tissus immédiatement adjacents à la tumeur, ne redoutant pas trop d'ailleurs de pénétrer dans la tumeur sanguine elle-même. Ma première séance fut assez timide; je fis seulement huit injections de trois à quatre gouttes chacune dans la joue immédiatement au-dessus de l'angiome; je poussai ces injections assez profondément. Cette tentative n'amena aucun accident; elle fut même assez encourageante pour me décider à en faire une seconde plus importante dès que les résultats des premières injections furent acquis. Ces résultats consistèrent en effet en une oblitération d'une partie de l'angiome. Là où les injections avaient été pratiquées, la tumeur cessa de battre, ce qui voulait dire que la circulation ne s'y faisait plus.

» Je fis ainsi quatre séances d'injections autour de la poche et dans la poche elle-même, profitant des transformations subies pour pénétrer plus profondément, redoutant toujours quelque déplacement de caillots, mais cependant chaque fois plus rassuré.

» Un pansement ouaté légèrement compressif était appliqué après chaque séance opératoire.

» Il n'y eut durant le cours du traitement qu'une complication sérieuse non pas en elle-même, mais parce qu'elle pouvait être suivie d'hémorragie; il se fit deux escarres au cou consécutivement aux injections. Ces

escarres mirent un certain temps à se détacher. On surveilla alors la malade, craignant une hémorragie qui ne se produisit pas.

» Le traitement commencé à la fin de mai 1892 était terminé à la fin de juillet; il avait duré deux mois, les séances d'injections étant pratiquées de dix à quinze jours l'une de l'autre.

» La malade quitta Paris en août avec un *résultat immédiat* qui était celui-ci : transformation de la presque totalité de la tumeur en une masse dense, présentant encore en certains points, surtout au cou vers la bifurcation de la carotide primitive droite, des battements, mais on n'y trouvait plus de thrill. La langue était encore gonflée et vaguement pulsatile; on n'avait pas fait d'injections dans cet organe pas plus que dans la bouche. Les troubles fonctionnels étaient presque abolis: plus de douleurs, plus de bruit. La malade mangeait facilement.

» J'ai revu cette femme deux fois depuis 1892, la dernière fois en juin 1895. Je me bornerai à parler de mon dernier examen; il est absolument démonstratif. Il indique qu'il s'est produit depuis l'intervention une *sclérose lente, atrophique* de la tumeur dans sa presque totalité. La langue est redevenue normale et non pulsatile, le plancher de la bouche a suivi le retrait de la langue, la figure et le cou ont repris leur conformation propre. Il reste toutefois encore dans le cou une petite tumeur du volume d'une petite *noix environ,* profondément placée comme sur la carotide externe et pulsatile, présentant un certain thrill. Mais cette tumeur n'est pas apparente, ne gêne pas la malade et ne la préoccupe plus. Il n'est plus question de douleurs; aussi ai-je jugé qu'il n'y avait pas lieu de faire chez cette brave femme une tentative inutile, et, comme MM. Jalaguier et Broca avaient déjà vu la malade, je les ai priés de la revoir de nouveau en juin dernier, et de me donner leur avis. Ils ont été formels, trouvant que le résultat était de telle nature qu'il n'y avait pas à chercher à le compléter. En somme, le résultat est on ne peut plus satisfaisant.

» Il est facile d'analyser le mode d'action de la nouvelle méthode dans un cas pareil. Non seulement les injections provoquent l'afflux d'une foule innombrable d'éléments anatomiques cellulaires, solides, par conséquent, qui remplissent les lacunes vasculaires ou leurs intervalles, lesquels éléments deviennent peu à peu une véritable trame conjonctive, mais elles amènent aussi des coagulations, et surtout un fait plus important, l'*inflammation des parois vasculaires*. Les parois artérielles ou veineuses, comme celles des vaisseaux capillaires, s'épaississent par l'irritation que détermine le chlorure de zinc, et diminuent dans des proportions considérables le

calibre de ces vaisseaux; ceux-ci sont même parfois oblitérés. Il en résulte que la lumière des vaisseaux est de moins en moins perméable, condition bien plus efficace encore que celle de l'organisation du tissu cellulaire, en dehors des vaisseaux. Cette transformation des vaisseaux se produit lentement et progressivement, elle s'étend parfois très loin du point où ont eu lieu les injections, ainsi que je l'ai démontré expérimentalement, et elle a dû chez ma malade contribuer à produire la *sclérose tardive* si remarquable, que nous avons observée à notre dernier examen de la malade. Cette sclérose est la marque la plus sûre d'une guérison durable. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Larrey*.

Cette Commission doit comprendre deux Membres pris dans l'une des Sections des Sciences mathématiques, deux Membres pris dans l'une des Sections des Sciences physiques, deux Académiciens libres, et le Président en exercice.

MM. **Bertrand**, **Sarrau**, **Moissan**, **Daubrée**, **Damour**, **Laussedat** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **René de Saussure** adresse, de Washington, deux Mémoires portant pour titres : « Interprétation géométrique des équations à deux variables complexes » et « Essai de Géométrie de l'espace réglé et de son application à la théorie du mouvement des corps solides ».

(Commissaires : MM. Darboux, Picard, Appell.)

M. G. **Quesneville** adresse une Note intitulée : « Sur la rotation du plan primitif de polarisation dans la lumière convergente ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Potier.)

M. **André Schæffer** adresse une « Note sur les ballons dirigeables ».

(Commissaires : MM. Cornu, Marcel Deprez, Haton de la Goupillière.)

CORRESPONDANCE.

M. **J. Carpentier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Membre libre, laissée vacante par le décès de M. le baron *Larrey*.

M. **Javal** fait la même demande.

(Renvoi à la Commission.)

MM. **Besson**, **Bœckel**, **Borzi**, **Bouty**, **Burcker**, **Chabrié**, **Ch. Debierre**, **Hamy**, **Renault**, **G. Robin**, **Vaillard**, **Varet** adressent des remercîments, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur le Calendrier.* Note de M. **Flamant**, présentée par M. J. Boussinesq.

« En vue de corriger la différence qui existe entre l'année grégorienne moyenne et l'année solaire, M. Auric ([1]) a proposé de substituer, à la règle grégorienne, pour la détermination des années bissextiles, la suivante : Toutes les années dont le millésime est divisible par 4 seront bissextiles à l'exception de celles dont le millésime est multiple de 128.

» L'adoption de cette règle conduirait, contrairement à la règle grégorienne, à rendre bissextile l'année 1900, qui ne devrait pas l'être, et à rendre non bissextile l'année 1920 (multiple de 128), qui le serait.

» L'utilité ou même la nécessité de réformer la règle grégorienne ne paraît pas avoir un caractère d'urgence aussi immédiate et, en outre, il me semble que l'on peut arriver à une exactitude aussi grande sans toucher aussi radicalement à cette règle qui a pour elle l'ancienneté et la généralité de son emploi.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 804; 2 décembre 1895.

» Dans un intervalle de 128 années, M. Auric met 31 années bissextiles, soit $31 \times 25 = 775$ années bissextiles dans $128 \times 25 = 3200$ années. D'après la règle grégorienne, qui met 97 bissextiles en 400 ans, la même période de 3200 ans contiendrait $8 \times 97 = 776$ bissextiles. La règle de M. Auric revient donc à supprimer une année bissextile tous les 3200 ans; et alors, au lieu de tout bouleverser, il semble bien plus naturel de conserver la règle grégorienne jusqu'à l'année 3199 et de décider que, contrairement à cette règle, *les années seculaires dont le millésime divisé par* 100 *est multiple de* 32 *ne seront pas bissextiles*. Les années 3200, 6400, 9600, etc., ne seront pas bissextiles. On pourra ainsi annoncer, plus de treize siècles à l'avance, la modification à apporter à l'usage adopté depuis plus de trois siècles.

» Cette correction ne sera pas suffisante, mais elle permettra d'attendre que nos descendants soient fixés sur la question de la constance de la durée de l'année solaire, ou plutôt de celle de la rotation de la Terre sur elle-même. Ils prépareront à loisir la correction qui sera plus tard nécessaire.

» Pour en donner une idée, si les constantes astronomiques aujourd'hui calculées restent les mêmes, il suffira d'ajouter à la correction précédente que les années millénaires dont le millésime, divisé par 1000, sera multiple de 32 seront bissextiles. On aura ainsi, par période de 32000 ans, au lieu de $775 \times 10 = 7750$ bissextiles, une bissextile de plus, soit 7751; ce qui donnerait, pour la longueur de l'année moyenne, $365 + \frac{7751}{32000} = 365^j,24221875$, durée qui excède seulement de 2 millioniémes de jour l'année solaire moyenne actuelle, telle qu'elle est évaluée dans le récent *Annuaire du Bureau des Longitudes* ($365^j,2422166$). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants intégraux*. Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Poincaré.

« 1. Soit le système d'équations différentielles

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) \tag{1}$$

et considérons l'intégrale n-uple

$$I = \overbrace{\int\int\cdots\int}^{(n)} M(x_1, x_2, \ldots, x_n)\, \delta x_1\, \delta x_2 \ldots \delta x_n. \tag{2}$$

Pour que I soit un invariant intégral, il faut et il suffit que M soit un multiplicateur des équations (1), au sens de Jacobi (Poincaré, *Mémoire sur le problème des trois corps*). Ce théorème : 1° permet de construire tous les invariants intégraux du type (2) et 2° montre dans quelle mesure on peut tirer parti d'un tel invariant connu *a priori*. Ce sont ces mêmes questions que je veux résoudre ici pour les invariants intégraux représentés par des intégrales $(n-1)$-uples.

» Convenons de désigner abréviativement par $\delta\omega_i$ le produit $\delta x_1 \delta x_2 \ldots \delta x_n$ d'où l'on enlève le facteur δx_i, et considérons l'intégrale $(n-1)$-uple,

$$\text{(3)} \qquad \mathrm{I} = \underbrace{\int\int\cdots\int}_{(n-1)} \sum_i \mathrm{M}_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)\delta\omega_i,$$

les M_i désignant des fonctions de $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Si l'on exprime que I est un invariant intégral, c'est-à-dire si l'on exprime que $\frac{d\mathrm{I}}{dt}$ est nul quel que soit le champ à $(n-1)$ dimensions qui sert de guide à l'intégration, on est amené à écrire les équations suivantes

$$\text{(4)} \qquad \sum_i \mathrm{X}_i \frac{\partial \mathrm{M}_\rho}{\partial x_i} - \sum_i \mathrm{M}_i \frac{\partial \mathrm{X}_\rho}{\partial x_i} + \Omega \mathrm{M}_\rho = 0 \qquad (\rho = 1, 2, \ldots, n),$$

où l'on a posé $\Omega = \sum_i \frac{\partial \mathrm{X}_i}{\partial x_i}$.

» Posons, conformément à une notation reçue,

$$\mathrm{A}(\theta) = \sum_i \mathrm{X}_i \frac{\partial \theta}{\partial x_i}, \qquad \mathrm{B}(\theta) = \sum_i \mathrm{M}_i \frac{\partial \theta}{\partial x_i}.$$

» Les n équations (4) reviennent à l'identité

$$\text{(5)} \qquad \mathrm{A}[\mathrm{B}(\theta)] - \mathrm{B}[\mathrm{A}(\theta)] = -\Omega \mathrm{B}(\theta),$$

en sorte que les équations $\mathrm{A}(\theta) = 0$, $\mathrm{B}(\theta) = 0$ forment un système complet.

» 2. Cela étant, résolvons le premier problème, c'est-à-dire essayons de construire l'intégrale I, ou, ce qui revient au même, le symbole $\mathrm{B}(\theta)$.

» Soit μ un multiplicateur du système (1), on aura $\mathrm{A}(\mu) + \mu\,\Omega = 0$; posons, en outre,

$$\frac{\mathrm{M}_i}{\mu} = \Xi_i \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{\mu}\mathrm{B}(\theta) = \mathrm{C}(\theta) = \sum_i \Xi_i \frac{\partial \theta}{\partial x_i}.$$

» Avec ces notations, l'équation (5) devient

$$A[C(\theta)] - C[A(\theta)] = 0.$$

De là, la solution suivante :

» Pour construire l'invariant intégral (3) de la forme la plus générale, *on cherchera une équation* $C(\theta) = 0$ *formant avec* $A(\theta) = 0$ UN SYSTÈME JACOBIEN. *Si* $C(\theta) = \sum \Xi_i \frac{\partial \theta}{\partial x_i}$, *et, si* μ *désigne un multiplicateur du système* (1), *l'expression générale des coefficients* Ξ_i *sera la suivante*

$$M_i = \mu . \Xi_i.$$

» 3. Supposons maintenant que l'on connaisse *a priori* un invariant intégral du type (3), en sorte que l'équation (5) soit identiquement satisfaite. Prenons pour θ une intégrale α du système (1), n'annulant pas $B(\theta)$. L'équation (5) devient

$$A[B(\alpha)] + \Omega B(\alpha) = 0;$$

elle exprime que $B(\alpha)$ est un multiplicateur pour le système des équations (1).

» Tel est donc le parti que l'on peut tirer d'un invariant intégral de la forme (3), supposé connu *a priori*. *Si l'on forme le symbole* $B(\theta)$ *et si* α *est une solution de* $A(\theta) = 0$ *n'annulant pas* $B(\theta)$, $B(\alpha)$ *est un multiplicateur*. Si, outre α, on connaît d'autres intégrales β, γ, ..., jouissant de la même propriété, c'est-à-dire n'annulant pas $B(\theta)$, les quotients $\frac{B(\beta)}{B(\alpha)}$, $\frac{B(\gamma)}{B(\alpha)}$, ... seront encore des intégrales.

» En résumé, la connaissance d'un invariant intégral du type (3) peut rendre des services analogues à ceux que l'on peut attendre du théorème de Poisson dans le cas des équations de la Dynamique ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un mode de décomposition des intégrales définies en éléments simples.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Hermite.

« Supposons que, pour n entier et positif, on ait

$$(1) \qquad \int_a^b [u(z)]^n \chi(z)\, dz = \varphi(n),$$

avec $\varphi(0)$ finie et déterminée, et soit $F(u)$ une fraction rationnelle en u,

holomorphe lorsque u varie entre les limites $u(a)$, $u(b)$; $\chi(z)$ est une fonction donnée quelconque de z.

» Envisageons l'intégrale

$$J=\int_a^b F(u)\chi(z)\,dz,$$

et la fonction

$$\theta(x)=\sum_0^\infty \varphi(n)\,x^n.$$

» En développant $F(u)$ suivant les puissances de u, on aura

$$(2)\qquad F(u)=\sum_0^\infty \varphi_n u^n,$$

où φ_n aura, d'après Moivre et Lagrange, la forme suivante

$$\varphi_n=\sum P_r(n)\,r^n,$$

où r désigne une racine quelconque de l'équation génératrice $G(r)=0$ de la série récurrente (2), de degré de multiplicité λ; $P_r(n)$ désigne un certain polynome en n de degré $\lambda-1$, et le signe $\sum$ s'étend à toutes les racines de l'équation génératrice. D'ailleurs, le premier membre de l'équation génératrice ne diffère du dénominateur de la fraction rationnelle $F(u)$ que par le changement de u en $\frac{1}{r}$.

» Supposons que toutes les racines soient comprises à l'intérieur du cercle de convergence de la série θ, et considérons dans φ_n la partie correspondant à une des racines r d'ordre λ. On peut alors écrire

$$P_r(n)=A_0+A_1 n+A_2 n(n-1)+\ldots+A_{\lambda-1}n(n-1)\ldots(n-\lambda+2),$$

d'où, en posant successivement $n=0, 1, 2, \ldots, \lambda-2$, on calculera les coefficients A_i au moyen de

$$P_r(0),\quad P_r(1),\quad \ldots,\quad P_r(\lambda-2).$$

» La racine r donnera donc dans J une partie de la forme

$$\Psi_r=A_0\sum_0^\infty \varphi(n)\,r^n+A_1\sum_0^\infty n\varphi(n)\,r^n+\ldots$$
$$+A_{\lambda-1}\sum_0^\infty n(n-1)\ldots(n-\lambda+2)\varphi(n)\,r^n.$$

» Mais on a en général

$$\sum_{0}^{\infty} n(n-1)\ldots(n-k)\,\varphi(n)\,r^n = r^{k+1}\frac{d^{k+1}\theta(r)}{dr^{k+1}},$$

donc

$$\Psi_r = A_0\theta(r) + A_1 r\theta'(r) + \ldots + A_{\lambda-1} r^{\lambda-1}\theta^{(\lambda-1)}(r),$$

et, par suite,

$$J = \sum \Psi_r,$$

la sommation s'étendant à toutes les racines de l'équation génératrice. *La fonction* $\theta(x)$ *joue donc le rôle d'élément simple pour l'intégrale* J.

» Ceci subsiste encore si $\varphi(0)$ n'est pas finie et déterminée, en supposant $F(0) = 0$. C'est alors la fonction

$$\theta_1(x) = \sum_{0}^{\infty} \varphi(n+1)\,x^n$$

qui joue le rôle d'élément simple de J.

» Ainsi, lorsque

$$u = e^{-z^2}$$

et si $F(u)$ est une fraction rationnelle en u, holomorphe lorsque u varie de 0 à 1 et s'annulant pour $u = 0$, l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} F(e^{-z^2})\,dz$$

admet la transcendante

$$\theta(x) = \sum_{0}^{\infty} \frac{x^n}{\sqrt{n+1}}$$

comme élément simple. Pour l'intégrale

$$\int_{0}^{\infty} [e^{-z}F(b) - e^{-az}F(be^{-z})]\frac{dz}{z}$$

(où $a > 0$), c'est la transcendante

$$\theta(x) = \sum_{0}^{\infty} \log(n+a)\,x^n$$

qui joue le rôle d'élément simple.

» On sait, par exemple, que, pour toute valeur de n telle que $\frac{a-n}{\omega}$ ne soit pas un entier, on peut choisir un entier p de manière qu'on ait

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{\left(p-\frac{a}{\omega}\right)z} e^{\frac{nz}{\omega}} - e^{\left(1-p+\frac{a}{\omega}\right)z} e^{-\frac{nz}{\omega}}}{1-e^z}\,dz = \frac{1}{\pi}\cot\frac{\pi}{\omega}(n-a).$$

» Il s'ensuit que, pour l'intégrale

$$J = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{\left(p-\frac{a}{\omega}\right)z} F\left(e^{\frac{z}{\omega}}\right) - e^{\left(1-p+\frac{a}{\omega}\right)} F\left(e^{-\frac{z}{\omega}}\right)}{1-e^z}\,dz,$$

c'est la transcendante

$$\theta(x, a) = \sum_0^{\infty} \cot\frac{\pi}{\omega}(n-a)x^n$$

qui joue le rôle d'élément simple. Et si l'on se rappelle que, en posant (¹)

$$C(\xi) = -\sum_1^{\infty} \left[\cot\frac{\pi}{\omega}(n+\xi) + \sqrt{-1}\right],$$

on aura

$$D\log\theta_1\left(\frac{\pi\xi}{\omega}\right) = C(\xi) - C(\xi-1) - \sqrt{-1},$$

on apercevra facilement la possibilité d'*exprimer les fonctions méromorphes doublement périodiques à l'aide d'intégrales définies de la forme* J, c'est-à-dire ne portant que sur des combinaisons rationnelles d'exponentielles, avec les limites d'intégration $-\infty$ et $+\infty$.

» Je signale l'intérêt que les transcendantes précédentes θ présentent pour le calcul des intégrales définies. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^er^ janvier* 1896. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques, en 1895, ont été continuées avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes de variations des trois éléments sont dépouillées pour toutes les heures, et les repères vérifiés par des me-

(¹) Appell, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 953-956; 1878.

sures absolues effectuées chaque semaine. La sensibilité des appareils de variations est également vérifiée par de fréquentes graduations.

» Les valeurs des divers éléments au 1er janvier 1896 sont déduites de la moyenne de toutes les valeurs horaires relevées pendant les journées du 31 décembre 1895 et du 1er janvier 1896, rapportées à des mesures absolues faites le 31 décembre et le 2 janvier, par une situation magnétique calme.

» La variation séculaire des différents éléments résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1895 (¹).

	Valeurs absolues au 1er janvier 1896.	Variation séculaire en 1895.
Déclinaison	15°6′,8	— 5′,9
Inclinaison	65°2′,4	— 2′,9
Composante horizontale	0,19676	+ 0,00035
Composante verticale	0,42272	— 0,00005
Force totale	0,46627	+ 0,00010

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude est, et 48°48′34″ de latitude nord.

» *Perpignan*. — Les courbes magnétiques relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines sont dépouillées également heure par heure. Comme au Parc Saint-Maur, les valeurs au 1er janvier 1896 résultent de la moyenne des valeurs horaires des 31 décembre 1895 et 1er janvier 1896 contrôlées par des mesures absolues que M. Cœurdevache a faites les 28, 29 et 30 décembre.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1896.	Variation séculaire en 1895.
Déclinaison	13°57′,3	— 6′,1
Inclinaison	60° 6′,9	— 3′,0
Composante horizontale	0,22382	+ 0,00037
Composante verticale	0,38946	— 0,00015
Force totale	0,44920	+ 0,00006

» L'observatoire de Perpignan est situé par 0°32′45″ de longitude est, et 42°42′8″ de latitude nord. »

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 42; 1895.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde d'azote sur les sels halogénés d'étain.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« L'action des oxydes d'azote sur les sels halogénés d'étain a été étudiée à maintes reprises. Kuhlmann, en faisant réagir de l'oxyde nitrique sur du tétrachlorure d'étain anhydre, avait remarqué la formation de croûtes jaunâtres. Weber, reprenant les expériences de Kuhlmann, montra que l'oxyde nitrique, bien exempt de vapeur nitreuse, ne réagissait pas, et que le composé jaune qui prenait naissance dans les expériences de Kuhlmann était dû à des traces d'hypoazotide; et, par une méthode délicate, mais exacte, il montra bien nettement que l'azote ne se trouvait pas dans le composé à l'état de AzO. Il attribua au composé la formule

$$SnCl^4 . Az^2O^3.$$

» A la même époque, Hampe confirma la manière de voir de Weber; toutefois, d'après lui, le corps obtenu ne correspond à aucune formule : c'est un mélange de deux corps, dont l'un se sublime par élévation de température en un corps cristallisé de formule

$$3SnCl^4 . 4AzOCl.$$

» J'ai repris l'étude des composés, mais en solution chloroformique, qui prennent naissance par l'action de AzO^2 sur tous les persels halogénés d'étain.

» *Action sur* $SnCl^4$. — L'action est très vive. Le peroxyde d'azote est absorbé, un abondant précipité se produit dès que les premières bulles gazeuses barbottent dans la solution. On obtient ainsi un précipité cristallin tout à fait semblable au composé obtenu en opérant sur le chlorure d'antimoine. Il faut opérer en dissolution étendue et prendre quelques précautions, car le précipité se prendrait en masse et serait très difficile à laver. Les lavages sont faits au chloroforme et celui-ci est ensuite éliminé dans le vide.

» L'analyse conduit à la formule

$$SnOCl^2 . 3SnCl^4 . Az^2O^5.$$

» C'est un corps soluble dans l'eau, hygrométrique et, sous l'action de la chaleur, il se décompose en donnant un sublimé cristallin. Le résidu

est de l'oxyde d'étain. La réaction est la suivante :

$$2(SnOCl^2.3SnCl^4.Az^2O^5) = 4SnO^2 + 3SnCl^4.4AzOCl + Cl^8 + SnCl^4.$$

» La réaction est donc tout à fait semblable à celle qui se passe avec le chlorure d'antimoine. La décomposition est identique, mais les produits provenant de cette décomposition étant susceptibles de réagir l'un sur l'autre, il est tout naturel que le terme final ne soit pas comparable.

» De plus, la réaction de AzO^2 sur $SnCl^4$ est moins facile qu'avec $SbCl^3$. Un seul atome de chlore est enlevé dans deux molécules de chlorure d'étain. Il était donc probable qu'en réagissant sur le bromure l'hypoazotide donnerait un azotate bromé, je veux dire une combinaison d'anhydride azotique avec de l'oxyde d'étain, dans lequel un ou plusieurs atomes d'oxygène seraient remplacés par un nombre d'atomes de chlore correspondants. L'expérience a pleinement vérifié ces prévisions.

» *Action sur* $SnBr^4$. — En opérant comme je l'ai dit pour le tétrachlorure, on obtient une poudre blanche, partiellement soluble dans l'eau, avec décomposition.

» Soumis à l'analyse, il a fourni des nombres correspondant à la formule $SnO^2.3SnOBr^2.Az^2O^5$ (1).

» Chauffé il se décompose en acide stannique et vapeur nitreuse, probablement aussi en oxybromure d'azote. Le résidu est de l'acide stannique.

» *Action sur* SnI^4. — La réaction est plus pénible. Il se produit un volumineux précipité d'iode, qui rend les lavages extrêmement difficiles. Le composé blanc, lorsqu'il ne renferme plus trace d'iode, n'est pas cristallisé; il est insoluble dans l'eau, qui n'exerce aucune action sur lui. Chauffé, il dégage de l'eau et des vapeurs nitreuses. Soumis à l'analyse, il correspond à la formule $Sn^5O^{11}.(AzO^3)^2 + 4H^2O$.

» C'est, comme on le voit, la formule d'un métastannate où un groupe $(AzO^3)^I$ remplacerait un atome d'un métal monovalent. On peut par suite

(1) Je ferai remarquer que la formule que j'ai écrite n'a d'autre valeur que de donner, pour 100, des nombres correspondant aux résultats d'analyse. Il ne serait peut-être pas oiseux de savoir si, dans ce corps, un groupement $SnBr^4$ peut exister en présence de $SnOBr^2$ et SnO^2, ou si le tétrabromure est transformé en oxybromure, avant que tout l'oxybromure soit transformé en acide stannique. Je pense toutefois que la formule que je viens de donner paraît, *a priori*, préférable à la suivante

$$2SnO^2.SnOBr^2.SnBr^4.Az^2O^5.$$

l'écrire

$$\left.\begin{matrix} Sn^5 \\ AzO^2 - O \\ AzO^2 - O \end{matrix}\right\} O^{11} + 4H^2O \text{ analogue à } \left\{\begin{matrix} Sn^5 \\ K \\ K \end{matrix}\right\} O^{11} + 4H^2O$$

par exemple.

» Quant aux autres composés, on peut trouver bien des manières pour écrire une formule dans laquelle l'étain, comme dans toutes ses combinaisons stables, joue le rôle d'élément tétratomique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de décomposition de quelques composés à fonction amide ou basique.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai fait connaître, dans la séance du 9 décembre, ce mode de décomposition appliqué à quelques composés gras; différents dérivés aromatiques, etc. ont été soumis, *dans des conditions semblables,* à l'action du réactif Leconte.

» *Benzamide :* $C^7H^5O.AzH^2$. — Avec l'aide d'une assez forte chaleur, cette amide est légèrement décomposée dans le même sens que les amides grasses précédemment étudiées.

» *Phtalimide :* $C^6H^4\langle{CO \atop CO}\rangle AzH$. — Elle est facilement décomposée à chaud; je n'ai pas observé de dégagement gazeux à froid.

» *Salicylamide :* $C^6H^4\langle{OH \atop CO.AzH^2}$. — Elle commence à se décomposer à la température ordinaire.

» *Benzanilide.* — Cette anilide ne subit pas de décomposition, même à chaud; sa stabilité vis-à-vis d'un réactif alcalin, oxydant et chlorurant, comme le réactif Leconte, est remarquable.

» *Hydrobenzamide.* — Comme la benzanilide, elle n'est pas décomposée, ni même altérée par le réactif employé à chaud. L'échantillon mis en expérience était très pur.

» *Chlorhydrate d'aniline.* — Ce sel n'est pas décomposé; mais, comme il fallait s'y attendre, il y a production de matières colorantes [1].

» *Ortho-amido-phénol.* — Ce dérivé n'est pas ou presque pas décomposé par le réactif, même à une assez forte chaleur.

---

[1] La phtalimide, les trois acides amido-benzoïques isomériques, donnent, à froid ou à chaud, des réactions colorées avec les réactifs de Leconte et d'Yvon. J'ai présenté une étude, sur ce sujet, à l'Académie des Sciences, en janvier 1895.

» *Para-amido-phénol.* — Il est plus facilement décomposé que son isomère.

» *Acides amido-benzoïques.* — Ces trois isomères de position, attaqués dans les mêmes conditions que les deux dérivés précédents, sont décomposés *avec des vitesses et dans des proportions différentes* (¹).

» *Azobenzol.* — Il résiste d'une manière remarquable à l'action du réactif spécial, même aidé d'une température assez élevée pour le maintenir fondu au sein de la masse liquide.

» *Amido-azo-benzol.* — Ce dérivé est légèrement décomposé.

» *Uréthane :* $CO\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\OC^2H^5\end{matrix}\right.$. — Si l'on dissout environ 1^{gr} d'uréthane dans 10^{cc} d'eau distillée, et que l'on fasse réagir l'hypochlorite de sodium alcalin, d'après le procédé Leconte, les choses se passent très différemment suivant que l'on chauffe plus ou moins fortement.

» Si l'application de la chaleur est modérée, il se dégage de l'azote. Si l'on chauffe vivement, dès le début, outre l'azote, il se dégage du chlorure d'éthyle. Dans ce dernier cas, la réaction paraît devoir être représentée par l'équation

$$CO\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\OC^2H^5\end{matrix}\right. + O + Cl = CO^2 + H^2O + Az + C^2H^5Cl.$$

J'ai essayé ensuite l'action du réactif d'Yvon sur l'uréthane; ce réactif a été préparé d'après les indications de l'*Agenda du chimiste*.

» L'hypobromite de sodium alcalin agit déjà à froid sur l'uréthane en solution aqueuse concentrée. La décomposition est analogue à celle que produit le réactif de Leconte. »

MÉDECINE. — *Rôle de la fièvre dans l'évolution d'une maladie infectieuse (staphylococcie).* Note de M. **Cheinisse**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les particularités bien connues des effets du gaïacol, appliqué en badigeonnage sur la peau, nous ont suggéré l'idée de mettre à profit cette nouvelle méthode d'antithermie dans une série de recherches destinées à apporter quelques faits nouveaux à l'étude de l'influence exercée par la fièvre sur l'évolution d'une maladie aiguë.

» Nous avons choisi à cet effet l'infection à staphylocoques, qui offre l'avantage d'être une des maladies expérimentales les mieux étudiées et les plus faciles à suivre.

(¹) Il y a peut-être, en germe, dans l'emploi du réactif Leconte, une méthode nouvelle pour distinguer entre eux certains isomères aromatiques de position. J'ai fait 15 expériences avec les trois acides amido-benzoïques.

» Le lapin étant l'animal qui, à cause de son extrême sensibilité au staphylocoque, convient le mieux à ce genre d'études, nos recherches ont porté sur des lapins rendus fébricitants par une injection intraveineuse de $0^{cc},50$ de culture en bouillon de deux à quatre jours ayant végété à $+37°$. On notait, chaque fois, la température de l'animal avant l'inoculation et l'on continuait à la lui prendre toutes les heures (quelquefois toutes les deux heures seulement) après. Le plus souvent, déjà au bout de cinq à six heures, la température devenait franchement fébrile (40° à 41°,5). C'est alors qu'on soumettait l'animal malade à un badigeonnage de gaïacol (XX à XXV gouttes) qui, très rapidement, amenait une chute notable de température, chute tantôt durable et définitive, tantôt passagère (et dans ce dernier cas, on renouvelait le badigeonnage dès que la température commençait à remonter, de façon à avoir toujours une apyrexie artificielle). Un autre lapin, ayant à peu près le même poids et la même vigueur et inoculé en même temps et dans les mêmes conditions que le premier, servait de témoin, c'est-à-dire que, chez lui, on abandonnait l'infection à son évolution naturelle sans apporter aucune perturbation médicamenteuse à la marche de sa fièvre.

» L'expérience, répétée sept fois, en se plaçant dans des conditions toujours semblables, a toujours donné le même résultat : dans tous les sept cas, notre intervention se montrait absolument néfaste et faisait prendre à l'infection des allures autrement graves que celles qu'elle présentait chez les animaux témoins.

» On pouvait se demander si le gaïacol n'intervenait pas comme toxique pour précipiter le dénouement fatal : la faible dose appliquée en badigeonnage (20 à 25 gouttes) et le faible pouvoir d'absorption de la peau (même pour le gaïacol) pouvaient cependant déjà, *a priori*, faire rejeter cette hypothèse. Mais une seconde série d'expériences est venue changer cette présomption en certitude : dans les effets produits par le badigeonnage de gaïacol il n'y avait pas à compter avec l'action toxique du médicament : l'abaissement thermique était le seul élément important et décisif.

» Sans avoir la moindre prétention de pouvoir jamais résoudre cette grosse question de Pathologie générale, qui consiste à savoir quelle est la signification de la fièvre, nous nous proposons de poursuivre ces recherches tout en nous permettant de résumer ici, afin de prendre date, les conclusions que nous croyons pouvoir tirer dès maintenant de nos recherches :

» 1° La suppression de la fièvre (au moyen de badigeonnages de gaïacol) fait prendre à l'infection une marche suraiguë : chez les animaux badigeonnés, la mort par *septicémie suraiguë* arrive *en vingt-quatre, quarante-huit heures,* de sorte qu'elle prévient, pour ainsi dire, la formation des lésions; les animaux témoins, dont la fièvre évolue sans aucune perturbation médicamenteuse, ne meurent qu'au bout *de deux à quatre semaines,* avec des abcès multiples dans les reins, le foie et le cœur (*infection purulente généralisée*).

» 2° Ce résultat obtenu avec les badigeonnages de gaïacol chez les animaux fébricitants est bien dû *à l'abaissement de la température fébrile* et non pas au badigeonnage lui-même, ni même à une action toxique du gaïacol :

» *a*. Des badigeonnages avec du collodion iodoformé, faits dans les mêmes conditions que les badigeonnages de gaïacol, restent sans aucune influence sur la marche de la fièvre et de la maladie.

» *b*. Des animaux badigeonnés, mais mis immédiatement après l'étuve (réglée à 30°-35°), où ils restent quelques heures, de façon à empêcher l'action hypothermisante du badigeonnage gaïacolé, se comportent comme les animaux non badigeonnés, c'est-à-dire qu'ils ne meurent qu'au bout d'un temps plus ou moins long avec des abcès multiples dans les viscères. Ils sembleraient même montrer une résistance plus considérable que les lapins placés dans des conditions normales et chez lesquels la température est moins élevée, ce qui tendrait non seulement à faire considérer la fièvre comme un phénomène rationnel favorable à l'organisme, mais encore à voir dans la chaleur elle-même un élément utile à l'organisme qui est en proie à l'infection. »

MÉDECINE. — *Sur la sérothérapie de la tuberculose*. Note de MM. **V. Babes** et **G. Proca**, présentée par M. d'Arsonval.

« Au Congrès de la tuberculose de 1893, l'un de nous (Babes) était en mesure de publier les résultats de ses recherches sur l'immunisation par le sang des animaux rendus réfractaires à la tuberculose. Peu de temps auparavant, MM. Richet et Héricourt avaient annoncé qu'ils possédaient un chien immunisé par le sang des chiens rendus réfractaires à la tuberculose par l'injection des cultures de la tuberculose aviaire. Il semble, cependant, d'après les recherches de Strauss, de Bouchard et les nôtres, qu'on avait regardé à tort ces derniers chiens comme rendus réfractaires.

» Le procédé publié par l'un de nous en 1893 et peu modifié depuis consiste dans le traitement des animaux par des doses croissantes de tuberculine aviaire d'abord, de bacilles aviaires, de tuberculine humaine et de cultures atténuées ou mortes de tuberculose humaine, en ayant soin de continuer l'injection de tuberculine même après l'inoculation des bacilles vivants.

» Le sérum sanguin qui, d'après les remarquables recherches de

M. Bouchard, renferme la substance active du sang, exerce une action évidente sur les animaux et sur l'homme atteints de tuberculose.

» Au Congrès de la tuberculose de 1893, l'un de nous a insisté sur le fait que le sérum agit sur le chien tuberculisé, surtout si l'on commence le traitement peu de jours après l'infection.

» Si l'on injecte aux malades tuberculeux 1^{mgr}-2^{mgr} de tuberculine mélangée avec 1^{gr}-3^{gr} du sérum de ces animaux traités de la manière indiquée, ils ne réagissent pas, tandis que d'autres tuberculeux, auxquels on injectait 1^{mgr} de tuberculine simple, présentaient la réaction typique. Cependant la réaction fébrile apparaît à la suite des injections de tuberculine mélangée avec le sérum actif, si l'on augmente la dose de toxine, même si la quantité de sérum est augmentée aussi dans la même proportion, ou dans une proportion plus forte.

» Le sérum seul injecté aux tuberculeux fait disparaître, après une excitation insignifiante, la fièvre; l'appétit et le poids des malades augmentent à condition, toutefois, que la tuberculose ne soit pas trop avancée et que le sérum soit administré en quantité suffisante et à des intervalles bien choisis. C'est alors surtout le lupus qui permet bien d'apprécier l'action du sérum; les tubercules, sans présenter une réaction inflammatoire préalable, subissent une nécrose manifeste et finissent par s'éliminer.

» Maragliano (*Congrès de Médecine*, Bordeaux, 1895), en répétant les procédés recommandés par l'un de nous, est arrivé aux mêmes résultats.

» Depuis la Communication faite au Congrès de la tuberculose en 1893, nous avons d'abord traité des chiens, des moutons et deux ânes avec des doses croissantes de tuberculine pendant plusieurs mois.

» Deux chiens et une ânesse, après ce traitement, reçoivent, en injections sous-cutanées, des quantités croissantes de bacilles morts qui avaient déjà servi à la préparation de la tuberculine. Enfin, nous avons inoculé, à quelques chiens traités auparavant avec la tuberculine et les bacilles morts, des cultures virulentes de tuberculose, en leur injectant en même temps de la tuberculine ou du sérum des ânes tuberculinisés.

» Les expériences dans lesquelles nous avons employé le sérum de ces animaux nous permettent de formuler les conclusions suivantes :

» 1° Les bacilles morts renferment encore, après l'extraction soigneuse de la tuberculine et après le passage par le corps des animaux, des principes actifs qui, sans produire la fièvre caractéristique de la tuberculine, reproduisent des lésions localisées, analogues aux produits pathologiques des bacilles vivants.

» 2° L'action de la tuberculine diffère sur plusieurs points de celle du sérum : (*a*) Tandis que des doses minimales de tuberculine tuent les animaux tuberculisés, le sérum antituberculeux, même à grandes doses, ne produit pas cet effet. (*b*) Le sérum injecté, même en grande quantité, ne produit qu'une légère élévation de la température qui, d'ailleurs, ne ressemble aucunement à la réaction de la tuberculine. (*c*) Le sérum mélangé *in vitro* à la tuberculine, paralyse l'action de celle-ci, mais le mélange, inoffensif à petites doses, se comporte comme de la tuberculine simple s'il est injecté en grande quantité et tue rapidement les animaux tuberculeux. Chez l'homme tuberculeux les doses plus élevées de ce mélange produisent de la fièvre et l'amaigrissement. (*d*) La tuberculine possède cependant une action commune avec le sérum : c'est l'action curative sur les lésions produites par les bacilles tuberculeux morts.

» 3° Le sérum des animaux traités par la tuberculine empêche le développement de l'ulcération locale que produisent les bacilles morts et, si la lésion est déjà constituée, les injections de sérum la guérissent.

» 4° Il semble que les animaux traités par la tuberculine, et ensuite par des bacilles morts, possèdent un sérum plus efficace que les animaux traités par la tuberculine seule.

» 5° En inoculant aux animaux la tuberculose et du sérum en même temps, la tuberculose ne se propage pas et la lésion locale, consistant en une infiltration plus ou moins grande des tissus, guérit à la longue.

» 6° Les injections de tuberculine peuvent aussi, dans des conditions exceptionnelles, guérir la tuberculose, si l'on commence le traitement peu de temps après l'infection.

» 7° On peut guérir la tuberculose, d'une manière plus certaine, par des injections de sérum, commencées quelques jours après l'infection et répétées plusieurs fois, et surtout si l'on emploie le sérum des animaux traités, en même temps, avec de la tuberculine et des bacilles morts.

» 8° La guérison des animaux infectés s'obtient par des doses, relativement grandes de sérum; les petites doses sont insuffisantes et semblent aggraver l'infection tuberculeuse.

» Dans les cas où nous avons procédé de la manière indiquée, presque tous les animaux ont été sauvés; quelques-uns de ces animaux, sacrifiés deux mois après l'infection, ne présentaient pas de lésions tuberculeuses. Les animaux qui sont morts spontanément à la suite d'un traitement incomplet ne présentaient que de rares tubercules dans les organes, ou

bien des lésions localisées seulement dans la région inoculée. Tous les témoins sont morts tuberculeux.

» 9° Le sérum antituberculeux en contact prolongé avec un milieu nutritif favorable au développement du bacille tuberculeux (gélose-sérum-glycériné), ce milieu devient impropre à la culture de ce microbe.

» 10° Les bacilles tuberculeux soumis *in vitro* à l'action prolongée du sérum antituberculeux (14-20 jours) deviennent inoffensifs pour les cobayes.

» 11° Les bacilles tuberculeux, développés en même temps que le bacille pyocyané sur le même milieu de culture, ne produisent plus la tuberculose. »

ZOOLOGIE. — *Les membranes embryonnaires et les cellules de rebut chez les Molgules.* Note de M. **Antoine Pizon** (1), présentée par M. Edmond Perrier.

« Pendant l'été dernier, j'ai pu étudier au laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue, dirigé par M. Edmond Perrier, quelques points encore obscurs du développement des Molgules, notamment la formation des membranes larvaires et l'excrétion des éléments que les anciens ascidiologues désignaient sous le nom de *cellules du testa,* et qui doivent être considérés comme des éléments de rebut rejetés par l'ovule pendant sa période de croissance (2). J'ai pu reconnaître que les enveloppes de l'œuf des Molgules (*Molgula socialis*) ne présentent pas de différences essentielles avec celles que l'on connaît chez les autres Ascidies simples et les Ascidies composées, et aussi que c'est à tort que d'anciens travaux nient la présence des cellules de rebut chez ces Tuniciers.

» Les éléments de la masse ovarienne se divisent en deux parties : certains deviennent des ovules et d'autres évoluent pour constituer des follicules à ces derniers. Au début de sa période de croissance, le jeune ovule s'entoure de deux ou trois cellules plus petites; celles-ci se multiplient, ainsi que le montrent des figures mitosiques disposées tangentiellement à la surface de l'ovule et finissent par constituer à ce dernier une

(1) Cette Communication a été faite à la séance du 30 décembre 1895.

(2) Voir A. Pizon, *Blastogénèse chez les Botryllidés* (*Annales des Sciences naturelles,* 1893).

enveloppe complète ou *follicule primitif*. D'autre part, l'ovule fait saillie dans la cavité ovarienne à mesure qu'il croît et se coiffe plus ou moins complètement de la membrane épithéliale aplatie qui délimite cette cavité. Cette enveloppe externe est donc, par son origine, essentiellement différente *du follicule primitif;* elle sera rompue par l'ovule, quand il s'échappera dans l'oviducte.

» Les cellules du *follicule primitif* continuant à se multiplier se disposent sur deux assises et donnent : 1° *un follicule externe* à cellules qui s'aplatissent de plus en plus à mesure que l'ovule grossit; 2° *un follicule interne* dont la base des cellules, accolée à la paroi vitelline de l'ovule, présente l'aspect d'un carrelage hexagonal, tandis qu'elles s'arrondissent progressivement sur l'autre face. C'est cette enveloppe qui a été observée par Kuppfer (¹) et par M. de Lacaze-Duthiers (²), qui l'a appelée la *coque* de l'œuf. A aucun moment, je n'ai vu d'éléments du follicule se détacher pour pénétrer plus ou moins profondément dans le vitellus et y constituer les *cellules de rebut* (anciennes cellules du testa). Mais par contre, quand la croissance de l'ovule est terminée, les éléments du follicule interne subissent de profondes modifications dans leur structure, qui sont les indices d'une dégénérescence progressive. Le protoplasme, primitivement homogène, devient réticulé, les cellules se montrent de plus en plus brillantes. En outre, près du noyau existe une petite masse chromophile d'abord arrondie, puis qui émet des prolongements lesquels se mettent en relation avec le réticulum protoplasmique de la cellule. De petits corpuscules très réfringents apparaissent de plus en plus nombreux dans cette masse, qui finit par disparaître progressivement. Je la considère comme le centrosome qui a présidé à la division cellulaire et qui s'atrophie quand le follicule a cessé de se multiplier.

» *Les éléments de rebut* se montrent de très bonne heure dans les jeunes ovules. Leur origine paraît être endogène. Sur le vivant, ils apparaissent comme autant de corpuscules brillants ayant l'aspect et les dimensions de la tache germinative. Les colorants permettent de reconnaître que ce sont de véritables cellules comprenant : 1° une membrane délicate; 2° une mince couche protoplasmique en forme de croissant qui renferme un noyau pourvu de quelques microsomes périphériques; 3° une cavité centrale occupée par un globule très réfringent que les couleurs d'aniline colorent d'une façon intense. Toutefois le vert de méthyle et les carmins colorent ces globules très faiblement et d'une teinte uniforme, ce qui conduit à admettre qu'ils renferment une petite quantité de substance chromatique en dissolution. Chez de nombreuses autres espèces de Tuniciers dont j'ai étudié les cellules de rebut (*Ciona intestinalis, A. villosa, Cynthia glomerata, Botryllidés* et divers *Polyclinidés*), au lieu d'un seul globule brillant et volumineux, on en trouve toujours un certain nombre, plus petits et répartis dans le protoplasme.

» Chez *Molgula socialis,* les cellules de rebut s'échappent peu à peu du vitellus et vont former une assise irrégulière sous le *follicule interne,* tout en restant plus ou moins éloignées les unes des autres.

(¹) Kuppfer, *Arch. für Mikr. Anatomie,* Bd. VIII, 1871-1872.

(²) H. de Lacaze-Duthiers, *Arch. de Zoologie expérimentale,* T. III, 1874.

» Pendant toute sa période de croissance, l'ovule est entouré d'une membrane vitelline à laquelle sont accolées extérieurement les cellules du *follicule interne*. Les cellules de rebut, à mesure qu'elles s'échappent du vitellus viennent, au contraire, s'accoler à sa face interne. Une fois leur sortie achevée, il apparaît au-dessous d'elles une seconde membrane vitelline beaucoup plus délicate que l'ancienne et qui constituera l'enveloppe immédiate et définitive de l'œuf mûr.

» L'ovule de *Molgula socialis* arrive à l'extérieur, où a lieu la fécondation, accompagné de son follicule interne et de ses deux membranes vitellines, entre lesquelles sont éparses les cellules de rebut. La segmentation est totale et régulière. Les cellules de rebut sont refoulées pendant cette période de segmentation et d'accroissement, changent fréquemment de place et se disposent très irrégulièrement sous l'ancienne membrane vitelline. Fréquemment elles se réunissent en un seul amas de petits éléments brillants accolé aux sphères de fractionnement, et les embryons ont alors l'aspect de ceux qu'a figurés M. de Lacaze-Duthiers (1) pour l'*Anurella Roscovita*, où il a considéré ces éléments comme de petites cellules provenant d'une segmentation inégale de l'œuf et destinées à engendrer l'ectoderme.

» Les mêmes membranes qui protégeaient l'ovule à sa sortie du cloaque existent encore autour des embryons dont la queue est complètement développée et elles se déchirent toutes à l'éclosion, y compris la membrane vitelline primitive; la plupart des cellules de rebut deviennent libres.

» La tunique se montre, à ce moment sous la forme d'une mince couche hyaline accolée à l'ectoderme et portant elle-même, par-ci par-là, quelques cellules de rebut qui finiront par disparaître comme les autres. Les larves se déplacent très peu et se fixent au bout de quelques heures à l'endroit même où elles sont arrivées à éclosion. A cet effet, à la partie antérieure du corps, l'ectoderme s'allonge en une longue papille adhésive, tandis que la queue s'atrophie; de plus, l'ectoderme s'allonge en quatre autres points différents et engendre quatre villosités disposées en croix. A ce moment, les larves de *M. socialis* ont tout à fait la forme des larves de l'*Anurella Roscovita*, figurées par M. de Lacaze-Duthiers (2).

» Les cellules provenant de la résorption de la queue forment dans l'intérieur de l'embryon, sous l'ectoderme, une masse réfringente qui est absorbée progressivement et qui est identique à celle qui a été représentée par M. de Lacaze-Duthiers (3) chez les larves d'*Anurella Roscovita* et par Kuppfer (4) chez celles de *Molgula macrosiphonica* et de *M. simplex;* ce dernier avait donné à ces éléments de dégénérescence le nom de *sphères de réserve* et leur avait attribué la formation du cœur et du rein. »

---

(1) *Archives de Zoologie expérimentale*, t. III, 1874, Pl. XV, fig. 20 et 21.

(2) *Arch. de Zoologie exp.*, t. III; 1874.

(3) *Arch. Zoologie exp.*; 1874. Pl. 25.

(4) *Arch. für mikr. Anatomie*, Bd. VIII; 1871-1872.

ZOOLOGIE. — *Sur la branchie de la* Tetraclita porosa. Note de M. **A. Gruvel.**

« L'organe respiratoire est, chez les Cirrhipèdes, un simple repli du manteau qui peut prendre des formes et des dispositions différentes suivant les conditions dans lesquelles doit se produire l'hématose.

» Chez les Cirrhipèdes *pédonculés*, on trouve du côté interne une simple lame, d'une surface extrêmement réduite et qui, par conséquent, doit être d'une très faible importance dans l'accomplissement de la fonction respiratoire. Elle peut même manquer totalement. Dans tous les cas, lorsqu'elle existe, elle est surtout annexée à l'appareil génital et sert, à l'aide de rétinacles, à maintenir, entre le corps et le manteau de l'animal, la ponte qui, sans cela, s'échapperait au dehors, en vertu de sa légèreté spécifique plus grande que celle de l'eau.

» Chez les *Sessiles*, l'appareil respiratoire se complique déjà. La branchie est bien toujours formée par une simple lame membraneuse, à deux épithéliums séparés par du tissu musculaire et du tissu conjonctif, mais cette lame forme des plis, tantôt à droite, tantôt à gauche, alternativement, plis qui augmentent très considérablement la surface d'hématose. La branchie a perdu toute corélation avec l'appareil génital pour ne plus servir qu'à la fonction respiratoire seule. Si un appareil respiratoire spécial s'est développé, c'est que l'hématose qui peut se faire par le manteau n'est plus le phénomène dominant. La surface palléale s'est réduite énormément et est beaucoup moins accessible au milieu ambiant.

» L'eau se renouvelle assez difficilement dans la cavité interpalléale; aussi, outre les branchies qui augmentent beaucoup leur surface d'hématose, voyons-nous d'autres organes venir s'annexer à l'appareil respiratoire, nous voulons parler des voies et des canaux respiratoires qui permettent au liquide de la cavité générale de venir respirer au dehors, même lorsque les valves operculaires sont fermées, ce qui se produit quand ces animaux sont découverts par la marée descendante.

» Chez la *Tetraclita porosa,* nous observons une réduction encore plus grande de la surface palléale et une occlusion peut-être encore plus parfaite de l'orifice de la coquille; aussi voyons-nous les branchies prendre un développement encore plus considérable que dans le genre *Balanus.*

» Pour augmenter encore la surface d'hématose, sans cependant exa-

gérer les dimensions de l'organe, la nature a pris un moyen ingénieux. Au lieu d'une seule lame, nous en avons maintenant un certain nombre (de 8 à 10), de dimensions différentes selon qu'elles sont aux extrémités ou au milieu de la branchie; les plus longues sont les plus excentriques.

» Chacune de ces lames est repliée sur elle-même, de la façon la plus irrégulière, quelque chose comme une feuille de papier que l'on froisserait dans sa longueur. Chaque lame est rattachée par son extrémité supérieure à une sorte de partie plus compacte et résistante, qui forme un raphé situé vers la portion moyenne de la branchie, et par son extrémité inférieure à la paroi interne du manteau. Le raphé supérieur solidarise pour ainsi dire la portion supérieure; à partir de là, elles s'écartent légèrement les unes des autres et viennent se fixer à la paroi du manteau.

» La structure histologique de la branchie ne présente, dans cette espèce, rien de particulier et partout nous retrouvons les tissus fondamentaux : deux couches épithéliales entourées, extérieurement par une mince pellicule chitineuse, forment les surfaces en contact avec le milieu ambiant; un tissu conjonctif dense relie ces deux surfaces l'une à l'autre et laisse en certains points de grands espaces lacunaires. Le tissu musculaire est extrêmement réduit.

» Si, par la plupart de ses autres caractères anatomiques, le genre *Tetraclita* doit être placé entre le genre *Chthamalus* et le genre *Balanus*, par ses branchies de structures compliquées, il se placerait nettement audessus du genre *Balanus*. »

BOTANIQUE. — Mucor *et* Trichoderma. Note de M. **Julien Ray.**

« Cette Note a pour objet un ensemble d'observations que je viens de faire sur deux Champignons appartenant aux genres *Mucor* et *Trichoderma*, le second vivant en parasite sur le premier. Je dirai, de suite, que ce parasitisme est facultatif : j'ai pu cultiver séparément les deux plantes sur des milieux divers; je commencerai par décrire sommairement chacune d'elles.

» Le *Mucor* forme à la surface du substratum un gazon blanc soyeux, de 1^{cm} de hauteur en moyenne, parsemé de nombreuses têtes sporifères brunes, de grosseur variable. Son thalle est formé, dans ses parties jeunes, de filaments fins très abondamment et très régulièrement ramifiés suivant le mode penné; dans les parties âgées il y a, au contraire, dans la ramification et la forme des rameaux une variété très grande. Les hyphes sporangifères sont ramifiées soit en grappe, soit en cyme; celles-ci

simples ou composées, jamais régulières, les deux modes de ramification se trouvant le plus souvent réunis sur le même arbre et combinés de diverses façons. Les rameaux sont ordinairement droits, mais on en trouve de recourbés vers le bas : quelquefois ceci s'observe sur toute une série de branches d'une cyme. Le sporange est sphérique, d'un diamètre de 10 μ à 50 μ; sa membrane, transparente, laisse voir des spores elliptiques de 6 μ à 8 μ de long sur lesquelles elle se moule pour ainsi dire; le sporange mûr s'ouvre par une déchirure incomplète de la membrane suivant une ligne inclinée, à 45° environ sur le pied; on aperçoit alors une columelle s'élevant à peu près à la moitié du sporange, en forme d'œuf, insérée exactement à la naissance du pied. La membrane de tout l'appareil est très fortement incrustée d'oxalate de chaux : sur les hyphes, ce sont des cristaux assez informes, tantôt espacés, tantôt serrés en une croûte opaque; sur la membrane du sporange, ce sont de fort nombreuses petites tablettes juxtaposées. Dans une culture un peu âgée, sur les filaments du thalle ou de la fructification, il s'isole des chlamydospores de forme très diverses, d'une dimension moyenne de 16 μ à 20 μ, et très nombreuses. Enfin, j'ai observé le fait suivant, qui me semble nouveau : certains sporanges ont la columelle remplie d'un certain nombre de corps ronds, de même réfringence que les spores, mais de dimensions comparables aux chlamydospores; les uns attachés à la membrane de la columelle suivant une faible étendue de leur surface, les autres libres comme les spores dans le sporange; ce seraient pour ainsi dire des chlamydospores endogènes; je trouve ces mêmes corps, libres aussi, dans les tubes des sporanges, et là ils ressemblent plus encore à des chlamydospores.

» En somme, par l'ensemble de ses caractères, cette plante se distingue des espèces connues; à cause du grand développement du revêtement minéral, je l'appellerai *Mucor crustaceus*.

» Son parasite forme sur le milieu nutritif un duvet très délicat et très ténu de quelques millimètres d'épaisseur, d'abord blanc, puis vert et jaune. Les filaments mycéliens sont les uns étroits, les autres larges, ceux-ci quelquefois accolés en longs cordons; ils sont abondamment cloisonnés. Les fructifications sont des arbuscules ramifiés en grappe composée; dans ses derniers degrés, la ramification est très irrégulière, par suite de l'avortement d'un certain nombre de divisions ou parce que les rameaux d'un certain ordre ne continuent pas à se diviser davantage; les ramifications ultimes sont renflées au milieu et recourbées, rétrécies à leur extrémité, où elles portent un petit amas de spores; ces spores sont nées l'une après l'autre de l'extrémité du rameau, mais le chapelet s'est au fur et à mesure pelotonné sur lui-même; elles sont rondes, de 4 μ environ de diamètre.

» La plante en question est très voisine de *Trichoderma viride*.

» En examinant maintenant une culture où les deux Champignons sont mêlés, naturellement ou à la suite d'un semis du second sur le premier, voici ce que j'observe :

» 1° *Modifications dans le parasite*. — Celui-ci s'attaque le plus souvent

aux fructifications du Mucor; ses filaments mycéliens serpentent dans la cavité des tubes sporangifères, soit isolés, soit 2 ou 3 ensemble; ce sont tantôt des filaments étroits, tantôt des filaments larges et souvent bien plus larges que dans la vie libre; de plus, ici, au lieu d'être cloisonnés, ils sont sans cloisons sur de fort grandes longueurs; ainsi la plante, par le parasitisme, tendrait à prendre la structure continue. Arrivés dans la columelle, les filaments forment un peloton très enchevêtré d'où partent ensuite des rameaux qui se pelotonnent à leur tour dans le sporange.

» Sur les divers points du trajet que nous venons de suivre, le parasite peut émettre hors de l'hôte des ramifications qui vont attaquer d'autres points. A côté du changement de structure et de forme du thalle que nous venons d'indiquer, il y a des modifications dans l'appareil reproducteur : celui-ci est extrêmement réduit, souvent absent; quand il existe, il est extérieur au thalle du *Mucor*.

» 2° *Modifications dans l'hôte.* — Les organes en sont souvent très distendus et déformés; j'ai trouvé des tubes sporangifères d'une épaisseur double, et de plus la minéralisation devient parfois considérable : la membrane présente une vraie carapace formée de pièces distinctes très rapprochées, assez larges, dont chacune est une agglomération de cristaux d'oxalate réunis dans une pâte amorphe; ailleurs c'est un dépôt de raphides, forme de l'oxalate point rencontrée encore, à ma connaissance, dans les Champignons; j'ai même vu une columelle couverte ainsi de raphides. Les spores avortent quand le sporange attaqué est jeune; il y en a encore un grand nombre quand le sporange est âgé.

» Ce cas de parasitisme est donc accompagné de modifications importantes de l'hôte et du parasite; pour l'hôte, accroissement du revêtement minéral, réduction du nombre des spores; pour le parasite, apparition de la structure continue, réduction de l'appareil fructifère. Il s'agit de plus ici d'un parasite appartenant à un type d'Ascomycètes pour lequel il n'avait encore été signalé aucune association avec les Mucorinées. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le rendement des blés en farines et sur le pain de farine entière.* Note de M. **Balland.**

« Les blés donnent aujourd'hui, à peu près, les mêmes rendements en farines panifiables, suivant qu'on les traite par les meules ou par les cy-

lindres. C'est ainsi que, de 100 parties de blé nettoyé, on peut retirer approximativement :

Avec les cylindres.

Farine des broyeurs et désagrégeurs	28
» du convertissage des gruaux blancs	38
Farine de son	6
» du convertissage des gruaux bis	3
Farines panifiables	75

Avec les meules.

	Mouture basse.	Mouture haute.
Farine fleur ou de 1^er jet	46	9
» des 1ers gruaux	14	26
» des 2es gruaux	8	35
» des derniers gruaux	7	5
Farines panifiables	75	75

» L'écart pour atteindre 100 est représenté par les déchets naturels et les issues (gros sons, moyens sons, petits sons, recoupes, recoupettes, rebulets, remoulages blancs, remoulages bis, etc., suivant les régions).

» Le rendement que l'on obtenait autrefois avec la mouture haute (mouture à la grosse) et surtout avec la mouture *dite* économique, une mouture basse inventée à la fin du XVI^e siècle par Pigeault, meunier de Senlis, et popularisée par Parmentier, ne différait presque pas des rendements actuels. Des essais de mouture pratiqués à Corbeil, en 1782, sous le contrôle de l'ancienne Académie des Sciences, donnèrent, en effet, pour 100 de blé (1) :

Mouture économique.

Farine fleur (1re qualité)	40,1
» des 1ers gruaux (1re qualité)	19,7
» 2es » (2e qualité)	8,4
» des 3es et 4es gruaux (3e qualité)	7,1
Farines panifiables	75,3
Remoulages	9,5
Recoupes	8,2
Gros sons	4,6
Déchet	2,4
	100,0

Mouture à la grosse.

Farine de 1re qualité	48,3
» de 2e qualité	9,4
» de 3e qualité	16,0
Farines panifiables	73,7
Recoupettes	10,2
Recoupes	6,8
Gros sons	8,0
Déchet	1,3
	100,0

» La mouture romaine, qui était une mouture basse, ne s'écartait pas

(1) Le Rapport établi par LE ROY, TILLET et DESMAREST a été publié dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*, p. 157 à 167, année MDCCLXXXIII.

trop de ces résultats; toutefois, comme dans nos moutures militaires actuelles, il entrait un peu plus de remoulages dans les farines bises, ce qui augmentait d'autant le taux des farines panifiables. « Justum est e grano » Campanæ, quam vocant castratam, e modio redire sextarios quatuor » siligínis, præterea floris semodium; et cibarii, quod secundarium vo- » cant, sextarios quatuor; furfuris, sextarios totidem » (C. Plinii, *Hist. nat.*, lib. XVIII; XX, 9.) Un boisseau de blé de Campanie fournissait donc, au temps de Pline, 4 setiers de son, 4 setiers de farine bise, 4 setiers et un demi-boisseau, soit 16 setiers de farine première; soit, pour 100 de blé, environ :

Ancienne mouture romaine.		Mouture militaire française.
Farine de 1re qualité (fleur de farine, pollen, *similago*) ...	66,6	68
» bise (*secundarii, cibarii panis*)	16,7	12
Son (*furfurum*).....................................	16,7	20
	100,0	100

» Il ne faudrait cependant pas conclure de ce qui précède que le rendement des blés en farines panifiables soit resté stationnaire. Les progrès considérables réalisés en ces dernières années dans le nettoyage des grains, le sassage et le blutage des farines, ont eu pour résultat direct d'écarter des farines, en particulier des basses moutures, de nombreux débris d'enveloppe et d'y faire entrer des particules de l'amande qui restaient adhérentes aux anciens sons, c'est-dire d'augmenter leur valeur nutritive, ce qui équivaut, en réalité, à un accroissement de rendement.

» Aujourd'hui, plus que par le passé, les farines des divers passages, si dissemblables par leurs caractères chimiques, micrographiques et physiologiques, n'ont pas le même sort. Les premiers passages servent à faire des pâtisseries, des biscuits, des pâtes alimentaires de choix, des pains de luxe; les autres passages sont généralement consommés, sous forme de pain commun, par le paysan et par l'artisan, trop souvent aussi par le soldat, lorsque les farines, comme c'est le cas général, ne sortent pas des moulins militaires. Les premiers passages donnent un pain très blanc, très développé, très digestible, peu sapide et peu nourrissant, tandis que les autres, suivant que l'on se rapproche des queues de mouture, fournissent un pain plus ou moins bis, mal levé, aqueux, très riche en matières nutritives, lourd à l'estomac et de longue digestion, mais néanmoins bien supérieur au *panis cibarii* de Pline, à nos anciens pains bis, et surtout à ces pains *dits* complets que l'on voit exposés aux vitrines de quelques boulangeries

de Paris, à des prix exagérés, et qui font songer à ces pains pour « le grossier de la famille et manœuvres » dont parle Olivier de Serres, où il entrait « toute sorte de grains, orges, millets, avoines, jusques aux légumes et fruits des arbres, mesme le gland quand la pauvreté et famine pressent » (*Théâtre d'Agriculture*, p. 826; Paris, MDC).

» Avec la farine entière comprenant tous les passages d'une même mouture, c'est-à-dire avec des farines blutées à un taux d'extraction voisin de 75 pour 100 [1], on a un pain suffisamment blanc, bien développé, plus savoureux que le pain de luxe, plus nourrissant que lui, se digérant bien et conservant plusieurs jours son arome et sa saveur. C'est le meilleur pain à recommander. Est-ce à dire que l'on doive proscrire les pains de luxe préparés exclusivement avec des farines blutées à 50 ou 60 pour 100? Assurément non; mais il faut les laisser aux malades, aux estomacs fatigués, aux personnes qui n'en prennent que quelques bouchées pour raviver la saveur de leurs mets. Les vrais mangeurs de pain, qui en usent comme aliment de première nécessité, tous ceux qui n'ont pas les moyens de s'offrir, sous forme de viande, les basses moutures avec lesquelles on conseille de nourrir le bétail, ne devraient trouver chez les boulangers que des pains de farine entière, du poids de 750^{gr} à 1000^{gr} et de préférence de forme longue, pour des motifs que j'ai fait connaître (*Comptes rendus*, 31 octobre 1892). C'est là que devraient tendre, en partie, les efforts, trop peu soutenus par les Pouvoirs publics, de ces hommes généreux et éclairés qui ont fondé à Paris, en 1891, une École professionnelle de meunerie et de boulangerie. »

HYDROLOGIE. — *Sur les lacs du littoral landais et des environs de Bayonne.* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Dans la première quinzaine de décembre 1895, j'ai exploré, avec le concours de M. J. Magnin, commis des Ponts et Chaussées, deux groupes de lacs : celui des lacs du littoral landais et celui des lacs des environs de Bayonne, dans la région sous-pyrénéenne. Les profondeurs des lacs du premier groupe sont citées dans un certain nombre d'ouvrages, mais, en général, d'une manière inexacte; les lacs du second groupe n'avaient jamais fait l'objet d'aucune étude, du moins à ma connaissance.

---

(1) Taux qui doit s'élever si les expériences qu'ont fait naître les essais de décortication, dont j'ai récemment entretenu l'Académie, se réalisent.

» Voici les résultats que j'ai trouvés :

» Parmi les lacs du littoral landais, le lac d'Hourtin a une profondeur de $9^m,70$ avec une superficie de 5923^{ha} [1]; le lac de Lacanau une profondeur de $6^m,90$ avec une superficie de 1767^{ha}; le lac de Cazau une profondeur de $22^m,30$ avec une superficie de 5608^{ha}; le lac de Parentis [2] une profondeur de $20^m,50$ avec une superficie de 3502^{ha}; le lac d'Aureilhan une profondeur de 6^m avec une superficie de 414^{ha}. Les cartes hydrographiques de ces lacs n'ont pas été dressées; cependant assez de coups de sonde ont été donnés pour permettre de conclure que les profondeurs indiquées ci-dessus ne s'écartent que peu des profondeurs les plus grandes. Aucun des autres lacs de la Gironde et des Landes ne paraît avoir plus de 5^m de profondeur.

» Remarquons que les lacs d'Hourtin et de Cazau sont les nappes d'eau douce les plus étendues entièrement situées sur territoire français. Leur superficie atteint environ le dixième de celle du lac de Genève. Le lac du Bourget, qui vient immédiatement après, n'a que 4462^{ha}.

» Il est bien connu que la formation de ces lacs est due aux dunes du littoral qui empêchent l'écoulement des eaux venues du plateau des Landes. Leur profondeur augmente doucement, et non pas brusquement, comme on le croit généralement, des landes vers les dunes, à une faible distance desquelles elle atteint son maximum. Dans chacun des lacs d'Hourtin, de Parentis et de Cazau, on reconnaît très bien un chenal immergé, prolongeant jusqu'aux dunes le lit de l'affluent principal du lac et dont la profondeur dépasse de 2 à 6^m celle des fonds voisins. Il s'ensuit que, pour ces trois lacs, les profondeurs que j'ai données ne correspondent pas, comme c'est généralement le cas, à un plateau horizontal, mais bien à un ravin creusé dans ce plateau.

» Les trois petits lacs de la région sous-pyrénéenne que j'ai explorés sont : le lac de Mouriscot (profondeur $12^m,50$), le lac de Brindos (profondeur $7^m,50$) et le lac Marion (profondeur 23^m). Ils sont situés dans le voisinage de la gare de la Négresse. Le dernier est sans écoulement aérien et n'a aucun affluent visible. Ils paraissent tous les trois dus à des effondre-

---

(1) Ces diverses superficies m'ont été obligeamment communiquées par les ingénieurs des Ponts et Chaussées de la Gironde et des Landes.

(2) Ce lac s'appelle sur les cartes *Étang de Biscarosse* et de *Parentis*. Je l'appelle lac de *Parentis* pour le distinguer d'un petit étang situé au nord, qui porte sur les cartes le nom de *Petit étang de Biscarosse*.

ments provenant de dissolutions souterraines, que la présence, dans les environs, d'argiles gypsifères et de sel gemme explique aisément.

» J'ai fait aussi une étude rapide de la composition chimique des eaux de quelques-uns de ces lacs. Le résidu sec par litre de l'eau du lac de Mouriscot est de $0^{gr},281$, chiffre relativement élevé et dû à la présence dans cette eau de sulfate de chaux et de chlorure de sodium provenant des gisements voisins.

» Pour les lacs du littoral gascon, voici les résultats que j'ai obtenus :

Lac d'Hourtin. Résidu sec par litre	....	$\overset{gr}{0},18$
Lac de Lacanau,	»	0,142
Lac de Cazau,	»	0,104
Lac de Parentis,	»	0,091

» Une notable partie de ce résidu consiste en chlorures ($0^{gr},05$ environ de chlore pour le lac de Lacanau et $0^{gr},033$ pour le lac de Cazau). Ce chlore, abondant aussi dans les eaux des lacs d'Hourtin et de Parentis, ne paraît pas être apporté par les affluents qui prennent naissance sur le plateau des Landes dépourvu de gisements de sel gemme. Il ne peut résulter non plus d'infiltrations d'eau de mer; car le fond des lacs d'Hourtin et de Lacanau est au-dessus du niveau de l'Océan. Il est beaucoup plus vraisemblable qu'il provient d'un entraînement par les vents d'ouest du chlorure de sodium dissous dans l'eau de la mer, qui est à 5^{km} au plus de ces lacs ».

GÉOLOGIE. — *Sur le gouffre de Gaping-Ghyll (Angleterre).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Daubrée.

« Les calcaires carbonifères du massif d'Ingleborough [1] (alt. 724^m), dans le comté d'York, sont percés de nombreux puits naturels appelés *Pot-Holes* ou *Swallow-holes* (*avaleurs*). Presque tous ces trous absorbent, *en toute saison*, des ruisseaux nés sur les hauteurs et ayant coulé quelque temps à la surface du sol; ils diffèrent en cela de la plupart des *avens* des Causses et des *Jamas* du Karst, qui ne recueillent plus d'eaux de ruissellement qu'après les grandes chutes de pluies ou de neiges.

---

(1) Voir Dakyns, Tiddemann, etc., *The Geology of Ingleborough* (*Memoirs of the geological Survey of England*); in-8°, 103 p.; Londres, Eyre, 1890. — Marr, Tiddemann, etc., *Géologie de l'ouest du Yorkshire,* quatrième Congrès géologique international (Londres, 1888); in-8°, p. 303 à 346; Londres, Dulau, 1891.

» Les deux principaux Pot-holes d'Ingleborough sont *Allum-Pot* et *Gaping-Ghyll*, qui engloutit le gros ruisseau de *Fell-Beck*. Le premier, profond de 90^{m} (dont 60^{m} à pic), a été visité, dès 1847, par MM. Birkbeck et Metcalfe (1). Du second (alt. 400^{m}), personne n'avait pu atteindre le fond, jusqu'à présent; le professeur Hughes l'avait seulement sondé en 1872 et trouvé ceux de 100^{m} à pic.

» Le 1er août 1895, grâce à l'obligeant concours de M. Farrer, qui avait fait en partie détourner le Fell-Beck, j'ai pu effectuer la première descente de Gaping-Ghyll, et constater que ce gouffre est surtout un abîme d'érosion, formé de haut en bas par élargissement d'une diaclase. La cascade verticale de 100^{m}, qui y tombe d'un seul jet, et dont le volume est énorme après les orages et la fonte des neiges, prouve, sans discussion possible, et en tranchant une longue controverse, que les *cheminées* naturelles de pareille forme ont dû avoir une origine identique, même quand elles se présentent à nous desséchées et plus profondes, telles que celles de Rabanel dans l'Hérault et de Jean-Nouveau en Vaucluse (2). Gaping-Ghyll est un aven qui n'a pas cessé de fonctionner, en tant que puits d'absorption pérenne.

» A 70^{m} de profondeur, son grand tuyau, de 4^{m} à 8^{m} de diamètre, débouche dans la voûte d'une immense salle souterraine, longue de 150^{m}, large de 20^{m} à 35^{m}, haute de 25^{m} à 30^{m}; le sol (altitude 300^{m}), formé de graviers et de galets roulés, est remarquablement plat et d'une surface d'environ 4000^{mq}. C'est le travail des eaux, arrêtées dans leur descente par le substratum imperméable des ardoises siluriennes qui, aux dépens des joints de stratification et des diaclases, a excavé ce grand réservoir d'environ 100000^{mc} de capacité. A ses deux extrémités, la caverne est obstruée par un éboulis de strates détachées de la voûte, récemment sans doute, car les blocs ont conservé leurs arêtes vives. Je ne saurais dire si l'on se trouve ici dans une simple expansion du gouffre ou dans une portion agrandie d'un lit de rivière souterraine, passant sous l'abîme. Pour élucider cette question, il faudra, par déblaiement, rechercher si la grotte se prolonge en arrière des éboulis.

» Actuellement, les eaux du Fell-Beck, englouties dans Gaping-Ghyll, s'infiltrent à travers son fond de gravier, mais j'ai distinctement perçu, par les interstices de l'éboulis du sud-est, le bruit du ruisseau souterrain

(1) Voir Boyd-Dawkins, *Cave-Hunting*; in-8°, p. 41; Londres 1874.
(2) Voir *Comptes rendus*, 14 octobre 1889 et *Les Abîmes*.

qu'elles forment. On a toujours cru, et il est bien certain, que ce ruisseau ressort 45^{m} plus bas et 1600^{m} plus loin (à vol d'oiseau), par la grotte d'Ingleborough (altitude 255^{m}). Depuis 1839, on a pénétré de 642^{m} dans la galerie courbe que forme cette grotte, et l'on a été arrêté par l'abaissement des voûtes à fleur d'eau; le ruisseau souterrain reste inconnu sur 1160^{m} de distance à vol d'oiseau.

» Pratiquement, l'exploration de Gaping-Ghyll confirme bien cette conclusion générale de toutes mes recherches précédentes que, dans les terrains fissurés, les eaux souterraines sont absorbées par les abîmes, emmagasinées par les cavernes, et restituées par les sources.

» Théoriquement, les nombreux *swallow-holes* d'Ingleborough montrent qu'une des principales causes de la formation des puits naturels, l'absorption des eaux superficielles, subsiste d'une manière générale et *actuellement* en Angleterre, et que sa disparition presque absolue, dans les régions calcaires moins septentrionales de la France et de l'Autriche, peut fort bien ne pas remonter à une époque géologique éloignée.

» Deux circonstances paraissent l'avoir maintenue dans le Yorkshire (ainsi qu'en Irlande d'ailleurs) : d'abord l'abondance de la précipitation atmosphérique [50 à 75 pouces anglais, soit 1^{m},27 à 1^{m},90 (1)], ensuite la conservation du manteau de tourbes, qui revêt les pentes fissurées; ainsi, en effet, les plus larges méats de la roche, les vrais gouffres, sont seuls ouverts pour engloutir les pluies; les plus petites crevasses sont bouchées par le feutre imperméable des tourbières; et, quel que soit le nombre des swallow-holes, ils ne se trouvent pas, à la différence des menues leptoclases, suffisamment rapprochés les uns des autres pour faire disparaître toute l'eau du ciel au fur et à mesure de sa chute.

» Il résulte enfin de ces constatations matérielles qu'un reboisement intense, en reconstituant peu à peu le sol végétal, et en oblitérant à nouveau toutes les fissures d'absorption exiguës, serait parfaitement capable, avec l'aide du temps, de régénérer des eaux courantes sur les plateaux calcaires aujourd'hui si secs du midi de la France. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

---

(1) De Rance, *The Walter supply of England and Wales;* Londres, Stanford, 1882, in-8°, Pl. I.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son Doyen, M. *Daubrée*, présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Pasteur :*

En première ligne, par ordre alphabétique.... { M. **Marcel Bertrand**. M. **Michel-Lévy**.

En seconde ligne, par ordre alphabétique.... { M. **Barrois**. M. **de Lapparent**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 janvier 1896.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart. Janvier 1896. Paris, G. Masson, 1896; 1 fasc. in-8°.

Le Limousin. Notices scientifiques, historiques, économiques. Limoges, V^ve H. Ducourtieux, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot.)

Le Gay-Lussac. Revue des Sciences et de leurs applications. 1^re, 2^e, 3^e, 4^e, 5^e et 6^e année. Limoges, V^ve H. Ducourtieux; 6 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot.)

Exploration de l'île d'Anticosti. Rapport de M. Paul Combes. Paris, Joseph André, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1895.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Décembre 1895. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports, Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. N° 8. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Revue scientifique. N° 1. (Premier semestre) Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

La Science pour tous. N° 1. 5 janvier 1896. Paris, Bernard Tignol; 1 fasc. in-4°.

La Lancette française. Gazette des hôpitaux civils et militaires. N° 2. Samedi 4 janvier 1896.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 31 décembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Leopoldina. Amtliches Organ der kaiserlichen leopoldino-carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher. 1889-1894. Halle, Druck von E. Blochmann und Sohn in Dresden; 6 fasc. in-4°.

Nova acta Academiæ cæsareæ leopoldino-carolinæ germanicæ Naturæ Curiosorum. 1892-1895. Halle, Druck von E. Blochmann und Sohn in Dresden; 4 vol. in-4°.

My sounds peed discovery, with and song, by G. W. PEIRCE. Boston; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle planète* CH *Charlois* (8 janvier), *faite à l'Observatoire de Paris (équatorial de la Tour de l'Est)*; par M. **O. Callandreau.**

Date 1896.	Étoile de comparaison.	Gr.	Planète — Étoile. Æ.	Planète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s		
Janvier 9.....	1591 BD + 25°	9,0	+0.51,56	+0'.30",6	9:8

Position de l'étoile de comparaison.

Étoile.	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s			
1591 BD + 25°	7.2.58,80	+2,21	+24°.57'.49",9	+4",5	B. B. VI

Position apparente de la planète.

Date 1896.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Janvier 9.....	$10^h 34^m 32^s$	$7^h 3^m 52^s,57$	$\bar{1},131n$	$+24° 58' 25'',0$	0,565

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La dépense énergétique respectivement engagée dans le travail positif et le travail négatif des muscles, d'après les échanges respiratoires. Applications à la vérification expérimentale de la loi de l'équivalence dans les transformations de la force chez les êtres organisés. Exposition des principes de la méthode qui a servi à cette vérification;* par M. **A. Chauveau**.

« I. Ceci est la comparaison, précédemment annoncée, des échanges respiratoires dans les cas de travail positif et de travail négatif. Elle complète, en les rectifiant, les considérations que j'ai présentées les 1er et 8 juillet dernier ([1]). Intéressant par lui-même, le sujet particulier traité maintenant l'est encore plus par les conséquences générales qui peuvent en être tirées. Son étude, en effet, se rattache étroitement à celle des équivalences énergétiques dans l'économie animale; aussi est-ce à ce dernier point de vue que le sujet sera présenté.

» II. *Rappel des données instigatrices des présentes recherches.* — Les mesures thermométriques ont démontré que le travail négatif du muscle développe moins de chaleur que le travail positif correspondant. De plus, du raisonnement *a priori* on a pu tirer et la cause et la mesure de cette infériorité. Les propositions suivantes se déduisent, en effet, logiquement des faits que j'ai exposés dans mes publications antérieures :

» 1° La dépense énergétique suscitée dans un muscle qui fait du *travail positif*, c'est-à-dire qui soulève une charge, se compose de deux parts : l'une, nécessairement équivalente au travail mécanique produit, est consacrée à l'effort qui opère le *déplacement* de la charge de bas en haut; l'autre répond au *soutien* de la charge pendant qu'elle passe ainsi d'une position à une autre.

» 2° Dans le cas de *travail négatif*, il n'existe que cette dernière cause

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI.

de dépense. C'est, en effet, la pesanteur seule qui opère le *déplacement* de la charge de haut en bas. De plus, l'effort musculaire décroissant qui *soutient* la charge éprouve, pendant qu'elle s'abaisse, un allègement forcément équivalent au travail mécanique que détruit la descente.

» D'où il résulte que *la dépense intérieure occasionnée par le* travail négatif *des muscles est inférieure à celle du* travail positif *correspondant d'une quantité égale, en équivalence thermochimique, à deux fois la valeur du travail extérieur mécanique, créé ou détruit dans les deux cas* ([1]).

» Donc la valeur de ce travail mécanique étant connue, on en peut déduire, en équivalence thermochimique, la différence de dépense intérieure qu'entraînent respectivement le travail positif et le travail négatif.

» Réciproquement, si l'on connaissait cette différence de dépense, on en déduirait la valeur du travail mécanique.

» *La comparaison du travail positif et du travail négatif, au point de vue de la nature et de l'activité des processus chimiques dont les muscles sont le siège, constitue ainsi une méthode de vérification expérimentale de l'équivalence mécanique de la valeur de ces processus.*

» III. *Manière de procéder à la comparaison des processus chimiques dont les muscles sont le siège pendant le travail positif et le travail négatif.* — La source *immédiate* de l'énergie, mise en œuvre par les muscles en activité, réside dans une combustion simple d'hydrates de carbone; c'est à cette courte formule, justifiée par mes études sur la glycémie, qu'on peut réduire en somme les notions essentielles à connaître, et sur la nature du potentiel transformé dans le travail musculaire, et sur celle du processus chimique qui préside à cette transformation. Malheureusement, les expériences *in animâ vili*, qui permettent de constater ce fait fondamental, ne se prêtent pas à une étude comparative du chimisme intramusculaire dans les cas de travail positif et de travail négatif. Ce n'est pas seulement parce que ces expériences sont fort difficiles, extrêmement délicates et sujettes à nombre d'aléas. La vérité est que l'étude directe des processus chimiques intramusculaires se dérobe, chez les animaux, à la réalisation des conditions spéciales qu'exige une telle comparaison. On ne peut, en effet, obtenir de l'animal qu'il contracte un muscle quelconque suivant le mode nécessaire à cette comparaison. Force est donc de chercher autre chose.

([1]) D'après la construction graphique de ma Note du 8 juillet, la différence atteindrait *trois* fois la valeur du travail mécanique. Mais un des éléments de cette différence y a été compté deux fois par erreur, et cette erreur a été reproduite dans le compte de la dépense chimique présumée.

» Heureusement les combustions intramusculaires se traduisent fidèlement dans les échanges intrapulmonaires. En étudiant ces échanges au point de vue de la comparaison du travail positif et du travail négatif, ce qui est relativement facile sur l'homme, on peut donc arriver à déterminer avec une précision suffisante la différence de dépense énergétique inhérente à chacune de ces deux conditions. En partant de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique exhalé par le poumon, on est facilement conduit, comme on le verra plus loin, à la détermination du potentiel transformé par les combustions supplémentaires qui se produisent quand les muscles font du travail extérieur. On se trouve alors en possession des éléments nécessaires à la solution expérimentale des questions posées.

» Il est vrai que des conditions intercurrentes, absolument inévitables, exercent aussi leur influence sur les échanges intrapulmonaires. Ainsi, tout travail musculaire, quel qu'il soit, entraîne l'accroissement de l'activité des muscles respirateurs et du muscle cardiaque, sans compter l'intervention du système nerveux central et des nerfs périphériques et surtout celle des plaques motrices terminales, dans la provocation du travail propre des muscles étudiés. Il en résulte nécessairement un supplément de dépense énergétique, car ces travaux connexes ne peuvent se produire sans consommer aussi des hydrates de carbone. Mais cette consommation est nécessairement bien inférieure à celle qu'entraîne le travail physiologique essentiel, c'est-à-dire le travail musculaire lui-même. En s'ajoutant à cette dernière, la consommation supplémentaire ne la multiplie pas et n'en modifie point le caractère. Elle ne fait que majorer la consommation essentielle dans une proportion assez faible pour n'en point changer la signification. Rien n'empêche, du reste, de tenir compte de cette majoration.

» De même avec une autre condition intercurrente, qui intervient peut-être plus activement, mais sans plus d'inconvénients. Il s'agit de la combustion rudimentaire (absorbant 100 d'oxygène et rendant seulement 27 d'acide carbonique), qui transforme la graisse en glycose, pour le renouvellement incessant des hydrates de carbone incessamment consommés par le travail physiologique. Ce n'est pas là une source bien active d'énergie actuelle. D'un autre côté, il est facile d'en faire la part, grâce à la connaissance du quotient de cette combustion rudimentaire : 0,27. Cette part doit, du reste, être réservée. La transformation de la graisse en glycose ne s'opère pas en effet, au moins pour la plus grande partie, dans le tissu des muscles et ne saurait participer à la fourniture de l'énergie qui engendre le travail musculaire.

» Il y aurait, en outre, si l'on expérimentait sur des sujets en état de digestion, à compter (beaucoup moins pourtant qu'on ne se l'imagine généralement, je le démontrerai bientôt) avec les processus chimiques spéciaux qui président aux métamorphoses et aux assimilations alimentaires. Mais il faut éviter d'introduire, dans les expériences, cette cause de complications, en opérant exclusivement sur des sujets en état d'abstinence. Chez eux, en effet, les processus chimiques se réduisent à ceux qu'entraîne le mouvement de rénovation de la matière, c'est-à-dire la combustion propre des éléments de l'organisme même. Et encore n'avons-nous pas à tenir compte, dans notre cas particulier, de celle des albuminoïdes dont la dislocation n'est pas directement accélérée par le travail musculaire, au moins dans les conditions où sont faites nos expériences. Reste donc, comme source énergétique, l'oxydation des graisses et des hydrates de carbone : ceux-ci constituant le vrai potentiel énergétique, soumis à une combustion complète, directement et immédiatement consommé par la mise en action du tissu musculaire; ceux-là, potentiel de second degré, s'oxydant incomplètement pour se transformer en hydrates de carbone, glycose ou glycogène, qui remplacent ceux que le travail consomme incessamment.

» IV. *Conditions nécessaires au succès des expériences dans lesquelles on compare, d'après les échanges respiratoires, la dépense énergétique de l'homme qui fait du travail positif et du travail négatif.* — Il est dit plus haut que ces expériences sont relativement faciles. Cela ne signifie pas qu'elles n'exigent ni précautions, ni soins extrêmement minutieux. Le choix du travail à faire et la manière de l'exécuter réclament quelques indications particulières. Il y a à insister aussi sur les conditions propres à assurer l'exclusion des circonstances intercurrentes capables d'introduire, dans les échanges respiratoires, des modifications autres que celles dues au travail musculaire lui-même.

» *a.* Sur le *choix du travail,* j'ai à dire que celui qui s'impose est nécessairement le travail d'un homme qui élève ou abaisse son propre poids en montant ou en descendant un escalier. Les travaux localisés dans un membre, par exemple celui des fléchisseurs de l'avant-bras, dont je me suis tant servi dans mes recherches antérieures, ont l'inconvénient grave de ne pouvoir être mesurés très exactement, parce que l'on ne peut déterminer avec une rigoureuse précision la longueur du bras de levier sur lequel pèse la charge à monter ou à descendre. Ce procédé doit être réservé pour les recherches où il n'est besoin que de déterminations relatives, et il y en a de très importantes à faire. Mais, pour le cas présent, il est nécessaire

de s'attacher exclusivement au soulèvement et à l'abaissement en masse du poids du corps, seul ou plus ou moins majoré par une charge supplémentaire. On est sûr alors que le travail mécanique accompli équivaut, en kilogrammètres, audit poids multiplié par la hauteur verticale de l'escalier monté ou descendu.

» *b.* La *manière d'exécuter la montée et la descente* doit, comme j'ai déjà eu l'occasion de le répéter plusieurs fois, être absolument symétrique dans les deux cas. Ainsi, le corps conservera exactement la même attitude à la montée et à la descente, c'est-à-dire que celle-ci s'effectuera à reculons. De plus, le sujet s'exercera à faire rigoureusement dans le même temps les mouvements symétriques qui opèrent le soulèvement ou l'abaissement du corps. Enfin, la rencontre du pied avec les marches de l'escalier s'effectuera à plat sans secousse aucune dans les deux cas. On veillera surtout à ce que, au moment de la descente, il n'y ait jamais relâchement des muscles extenseurs de la jambe avant que l'appui du pied ne soit parfaitement assuré. Le moindre abandon du soutien, la moindre chute libre du poids du corps constitue une cause d'erreur.

» *c.* Dans *l'institution et l'exécution des expériences*, on veillera, avant tout, à ce qu'aucune cause accidentelle ne concoure, avec le travail musculaire, à modifier les échanges respiratoires. Le but à atteindre, c'est l'addition franche, au chimisme préexistant, du chimisme propre qu'entraîne ce travail; c'est, en outre, la constatation nette des effets de cette addition. Diverses conditions permettent d'approcher ce but de très près. Elles concernent : 1° la valeur des travaux comparés; 2° les moyens d'assurer l'exactitude des comparaisons.

» 1° *La valeur des travaux comparés* doit être fort réduite si l'on veut obtenir des déterminations absolues les plus rapprochées possible de la parfaite exactitude. Il convient d'avoir recours à des travaux, non seulement légers et exécutés avec lenteur, mais encore de très courte durée; la brièveté des opérations tend à garantir l'uniformité du fond de travail chimique sur lequel vient se greffer le supplément ajouté, soit par la montée, soit par la descente. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que la valeur de la ventilation pulmonaire et des coefficients respiratoires est sujette à des variations spontanées de cause diverse (surexcitation de l'attention, émotions extérieures, etc.) qui, si on leur laissait le temps de se produire et surtout de se répéter, seraient capables de troubler les résultats des interventions mêmes qu'il s'agit d'étudier.

» 2° Pour *assurer l'exactitude des rapprochements*, il faut, toutefois, se prémunir contre l'influence perturbatrice possible de ces variations spon-

tanées de la ventilation pulmonaire. Il ne suffit pas de donner aux opérations une brièveté telle que le fond primitif du chimisme respiratoire n'ait guère le temps de se modifier, pendant leur durée, autrement que par l'influence du travail. On ne peut savoir sûrement ce que cette influence ajoute au chimisme primitif que si celui-ci est parfaitement connu. A cet effet, l'air expiré doit être recueilli immédiatement, avant chaque opération de montée et de descente, pour déterminer les coefficients de O^2 absorbé et de CO^2 exhalé pendant l'état de repos. C'est absolument indispensable, quoique, le plus souvent, les échanges respiratoires de l'état de repos se soient montrés, dans nos expériences, d'une remarquable constance.

» V. *Récolte de l'air expiré.* — Les échanges respiratoires se déterminent d'après la quantité et la composition de l'air expiré. Or, pour mesurer et analyser cet air expiré, il faut d'abord le récolter. Les conditions toutes particulières de mes expériences m'ont forcé d'avoir recours, pour cette opération, à des méthodes nouvelles. Celle qui a été employée, dans les cas que j'aurai à citer, permet d'apprécier le taux des échanges respiratoires, d'après un échantillon d'air expiré, qu'un courant dérivé, de valeur constamment proportionnelle à celle du débit total, conduit et accumule dans une vessie à parois excessivement minces et souples. Je me borne, faute de place, à cette indication du principe de la méthode. Elle sera décrite autre part par mon élève, M. Tissot, qui l'a fort heureusement perfectionnée.

» VI. *Calcul des équivalences à déterminer d'après les échanges respiratoires.* — Rien n'est plus simple. Il suffit de se rappeler que l'absorption de 746^{cc} d'oxygène et la production d'un volume égal d'acide carbonique résultent de la combustion de 1^{gr} de glycose, mobilisant une quantité d'énergie égale, en équivalence thermique à $3^{Cal},739$, en équivalence mécanique à 1589^{kgm}. Par conséquent, l'absorption de 1^{cc} de O^2, avec production de 1^{cc} de CO^2, équivaut, dans le cas présent, à $0^{Cal},00501$ et $2^{kgm},13$. D'où il résulte que, pour transformer en valeur thermique ou en valeur mécanique la valeur de l'excédent des échanges dus au travail positif, déduction faite de la part afférente aux travaux connexes, il suffit de multiplier cet excédent par les nombres 0,00501 et 2,13. Si le produit représente, avec une approximation suffisante, deux fois la valeur des calories ou fractions de calorie ou des kilogrammètres contenus dans le travail mécanique exécuté par l'appareil locomoteur, l'expérience est en accord avec les prévisions théoriques. La moitié dudit produit possède la valeur du travail mécanique lui-même. On doit en conclure que *la dépense énergétique propre, qui est nécessaire au soulèvement des charges par les*

muscles, équivaut réellement au travail extérieur que représente ce soulèvement.

» Une seconde Note fera connaître les résultats des expériences consacrées à la vérification de cette équivalence présumée. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les travaux hydrauliques exécutés en Bosnie-Herzégovine, d'après le Rapport officiel de* M. Philipp Ballif, *et météorologie de ces deux provinces.* Note de M. **Bouquet de la Grye.**

« Le plateau de Karat ou de Karst s'appuie sur des couches calcaires d'une grande épaisseur que, dans le cours des siècles les eaux chargées d'acide carbonique ont profondément fouillées. Il en est résulté des affaissements plus ou moins étendus, où s'accumulent l'hiver les eaux pluviales, laissant à leur place, l'été, des terrains desséchés.

» Ces affaissements portent le nom de *Karren* lorsqu'ils se présentent sous l'aspect de fissures, de *Dolina* lorsqu'ils sont circulaires et, enfin, de *Poljes* lorsque les effondrements ont une grande étendue.

» Les Dolina peuvent avoir jusqu'à 1000^m de diamètre et une profondeur de 100^m au-dessous du terrain environnant.

» Les Poljes ont jusqu'à 40 000 hectares de superficie. Ce sont ces derniers accidents, dont le Gouvernement autrichien s'est principalement occupé. On les divise en trois classes :

Les Poljes secs, qui occupent une étendue de	61 540 ha
Les Poljes inondés périodiquement	95 220
Les Poljes marécageux	56 821

» Le Livre de M. Ballif décrit en détail chacun de ces Poljes, en donnant des renseignements sur leur culture qui, à elle seule, occupe 39 pour 100 de la surface utilisée du plateau de Karst.

» Vient ensuite un Chapitre sur la météorologie de la Bosnie et de l'Herzégovine, intéressant, en ce sens que ces deux provinces limitrophes ont un régime bien différent.

» On en jugera par le Tableau des hauteurs de la pluie dans diverses saisons :

	Herzégovine.	Bosnie.
	cm	cm
Hiver	37	16
Printemps	38	20
Été	16	23
Automne	51	23
	1,42	0,82

» Par comparaison, nous pouvons dire qu'en Autriche, en moyenne, il tombe 36^{cm} de pluie.

» Il s'agit, pour le cultivateur du Karst, de trouver un remède aux inondations du printemps et de l'automme et de créer pendant l'été des irrigations artificielles.

» M. Ballif énumère, avec une carte à l'appui, les travaux qui ont été entrepris par le Gouvernement autrichien dans le *Livanjsko Polje* qui a 400^{kmq} de surface. Il est sillonné par trois cours d'eau et reçoit aussi nombre de sources provenant de poljes supérieurs. Ces eaux se perdent imparfaitement dans des trous appelés *Ponors*, et, au commencement des pluies, il se formait chaque année dans le Livanjsko un lac d'une étendue de 240 hectares. L'amélioration, dans ce cas, a été de nettoyer ou d'ouvrir plus largement ces entonnoirs naturels, ce qui a rendu à la culture une vaste superficie de terrain et fait monter le revenu du Polje de 345 000 florins à 542 000 florins.

» Une opération du même ordre a été faite dans le Gatsko Polje, élevé de 950^{m} au-dessus du niveau de la mer et ayant une superficie de 52^{kmq}.

» Depuis l'achèvement des travaux dans le Karst, le nombre des têtes de gros bétail a passé de 4847 à 18527, et les moutons de 11320 à 104000.

» Le bassin de la Mlad, qui s'étend le long de la frontière de Dalmatie, reste encore à améliorer. Il était autrefois très peuplé et est couvert de ruines de temples, de bains et d'habitations; les inondations en empêchent aujourd'hui la culture. M. Ballif énumère, avec l'appui d'une Carte, ce qu'il y aurait à faire pour rendre à ce district sa fertilité.

» Indépendamment des travaux ci-dessus indiqués, le Gouvernement autrichien a fait construire deux cent deux bassins, qui débitent 20 millions de litres d'eau destinée aux arrosages; il a fait capter aussi cinquante-trois sources.

» Tous ces travaux méritent d'être signalés, car ils ont transformé le Karst, qui passait pour l'Arabie pétrée de l'Autriche.

» M. Ballif a illustré son Ouvrage avec des photographies bien exécutées.

» Le Gouvernement autrichien a publié récemment un autre Volume que je dépose sur le Bureau, en même temps que celui de M. Ballif. Il s'agit ici du dépouillement des observations météorologiques faites, en 1894, dans trente stations de la Bosnie et de l'Herzégovine. L'une d'entre elles est élevée de 2067^{m} au-dessus du niveau de la mer.

» Cette publication est illustrée de Cartes et de gravures. Ces deux Volumes m'ont été remis par M. Henri Moser, délégué du Gouvernement de Bosnie et de l'Herzégovine. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations du rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz;* par M. **E.-H. Amagat.**

« I. L'examen du rapport des deux chaleurs spécifiques pour les gaz se rapprochant de l'état parfait, comme l'air et l'hydrogène dont M. Joly a déterminé la chaleur spécifique sous pression constante, ne peut être fait dans les mêmes conditions que pour l'acide carbonique, parce que les déterminations de M. Joly s'arrêtent, pour les deux premiers corps, avant les limites inférieures de pression de mes Tableaux, que les circonstances ne m'ont point permis de terminer. Toutefois, si l'on construit, pour une température donnée, les courbes des valeurs du produit $AT\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}$ (que je désignerai par N), leur forme est telle que le raccordement avec les pressions inférieures, pour lesquelles Regnault a donné les deux coefficients de dilatation, peut se faire avec assez d'exactitude; pour l'air, je me suis servi aussi des coefficients de dilatation donnés par M. Witkowski. Le Tableau qui suit montre que les variations de N sont infiniment moindres que pour l'acide carbonique, quoique le maximum existe encore pour l'air vers 350 atmosphères, et même aussi pour l'hydrogène, mais réduit à être à peine sensible.

Valeurs de $AT\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}$.

	1atm.	20atm.	50atm.	100atm.	200atm.	500atm.	1000atm.	1500atm.	2000atm.
Air à 0°	0,0683	0,0748	0,0850	0,1015	0,1287	0,1390	0,1207	0,0955	0,0910
Air à 50°	0,0682	0,0732	0,0816	0,0924	0,1150	0,1237	0,1183	0,1050	0,0930
Hydrogène à 0°	0,9842	1,0084	1,0341	1,0619	1,0795	1,0634	0,9533	0,9030	0,8595
Hydrogène à 50°	0,9838	0,9977	1,0185	1,0437	1,0714	1,0844	0,9529	0,9292	0,9000

» Depuis ma dernière Note, j'ai eu connaissance d'un travail de M. Lussana, de Padoue, qui a déterminé, jusque vers 40 atmosphères, les valeurs de C pour plusieurs gaz; malheureusement les différences $(C - c)$ déduites des résultats de M. Joly et de M. Lussana, qui devraient être égales aux valeurs correspondantes de N, en diffèrent de quantités absolument inadmissibles; c'est ce que montre le Tableau suivant, qui donne ces différences

ainsi que les valeurs des rapports γ obtenus, soit en divisant les C_L de M. Lussana par les c_J de M. Joly, soit en les calculant au moyen de N et de l'une ou l'autre de ces deux valeurs.

Air à 50°.

P.	$C_{Lussana}$.	c_{Joly}.	$C_L - c_J$.	$AT \frac{dp}{dt} \frac{dv}{dt}$.	$\frac{C_L}{c_J}$.	$\frac{C}{c}$ calculé avec C_L.	$\frac{C}{c}$ calculé avec c_J.
atm 1....	0,2371	0,1715	0,0656	0,0682	1,382	1,404	1,396
10....	0,2506	0,1718	0,0808	0,0702	1,458	1,390	1,408
20....	0,2656	0,1721	0,0935	0,0732	1,543	1,380	1,425
30....	0,2806	0,1724	0,1076	0,0756	1,627	1,369	1,438
40....	0,2956	0,1727	0,1229	0,0789	1,712	1,360	1,457
50....	0,3610	0,1730	0,1376	0,0816	1,795	1,356	1,472

» On voit que ces résultats sont fort différents : les rapports calculés au moyen des C_L iraient en diminuant, ce qui ne conduirait plus à un maximum qu'on peut prévoir d'après ce qui arrive pour l'acide carbonique.

» On remarquera la rapidité avec laquelle croissent, même aux pressions tout à fait inférieures, les C_L de M. Lussana, ce qui serait en désaccord formel avec les résultats obtenus par Regnault; les valeurs de C, calculées au moyen des c_J de M. Joly, varient beaucoup moins rapidement et l'accroissement, qui correspondrait aux limites des expériences de Regnault, est presque insignifiant; d'autre part, enfin, d'après les nombres de M. Lussana, les variations de C avec la pression seraient presque du même ordre pour l'air, l'hydrogène et l'acide carbonique, ce qui paraît peu probable; les résultats de M. Joly paraîtraient donc mieux cadrer, sous certains rapports, avec l'ensemble des faits, quoique sa formule empirique donne pour l'acide carbonique, sous la pression normale, une valeur de c qui paraît un peu trop forte.

» Pour l'hydrogène, l'ensemble des résultats de M. Joly paraît indiquer pour c, la pression croissant, une diminution à peine sensible, qui doit certainement être très petite; par suite, si l'on considère que pour ce gaz les valeurs de N varient fort peu, on en conclura que, surtout *à partir de la pression au delà de laquelle les variations de* N *et de c seraient de même sens,* le rapport de C à c doit extrêmement peu varier.

» Pour l'acide carbonique, les variations considérables de ce rapport, qui se produisent un peu avant le minimum du produit pv, sont corrélatives de variations également considérables de N; ces dernières disparaî-

traient sous des pressions de plus en plus fortes, et certainement aussi sous une pression donnée, à des températures suffisamment élevées. C'est ce que confirme le Tableau ci-dessus, relatif à l'air et l'hydrogène, où notamment, pour ce dernier corps, les variations de N sont extrêmement lentes.

» L'ensemble de ces remarques permet de présumer, avec une grande probabilité, que, pour tous les gaz, les variations de c et de N, diminuent progressivement quand la température s'élève, et aussi quand la pression croît à partir du voisinage de l'ordonnée minima, et que, par suite, le rapport des deux chaleurs spécifiques tend à devenir de plus en plus constant quand on s'avance vers cette région des réseaux où les isothermes ont une courbure à peine sensible, et sont presque parallèles.

» II. A d'autres points de vue, les variations de c avec la pression peuvent encore donner lieu à des remarques intéressantes.

» 1° On sait que, même à partir du voisinage de la courbe de liquéfaction, le coefficient de pression $\frac{dp}{dt}$, pour un volume donné, varie extrêmement peu avec la température ; on l'a souvent considéré comme constant; dans mes calculs, j'ai fait plusieurs fois cette hypothèse, au moins à titre d'assez grande approximation; si ce coefficient était rigoureusement constant, la relation bien connue

$$\frac{dc}{dv} = \mathrm{AT}\frac{d^2p}{dt^2}$$

exigerait que c fût rigoureusement indépendant du volume; mais la contradiction n'est qu'apparente, car, en faisant le calcul au moyen de la relation ci-dessus, on trouve que des variations, même notables, de c avec le volume, correspondent à des variations du coefficient de pression extrêmement petites et de l'ordre de grandeur de celles qu'on croit pouvoir attribuer aux erreurs expérimentales; on ne saurait donc, pour le moment, dire qu'il y a incompatibilité entre les résultats de M. Joly et ceux que l'expérience a fournis pour les coefficients de pression.

» 2° Si l'on désigne par M l'énergie moléculaire totale, et si l'on substitue au viriel des forces intérieures $[\frac{1}{2}\Sigma r\varphi(r)]$ l'expression $\frac{3}{2}(p_0 v_0 - pv)$ à laquelle je l'ai ramené (Note du 4 mars 1895), on peut écrire :

$$dq = \mathrm{A}\left[\frac{3}{2}\,\frac{d(p_0 v_0)}{dt} + \frac{d\mathrm{M}}{dt}\right]dt + (\Pi' + p)\,dv.$$

» Puisque p_0 est ici une pression assez petite pour que $\frac{d(p_0 v_0)}{dt}$ soit

constant, la première parenthèse, qui représente c, montre que l'énergie moléculaire est forcément fonction du volume puisque c en dépend, *même aux faibles pressions;* ainsi, même dans ces conditions, l'énergie moléculaire n'est point fonction de la température seule, comme on l'admet généralement, ce qui revient au fond, quant à l'hypothèse de mouvements stationnaires d'amplitudes très petites relativement aux distances intermoléculaires, à la conclusion que j'ai déjà formulée dans la Note rappelée plus haut.

» III. J'ai examiné plus haut les circonstances dans lesquelles on peut présumer que les variations du rapport γ doivent devenir extrêmement faibles; dans ces conditions on peut établir une relation analogue à celle de Laplace et applicable, à titre de formule approchée, dans des limites de pression convenablement choisies. Des relations

$$\mathrm{C}\,dt + h\,dp = c\,dt + l\,dv = 0,$$

on tire

$$\frac{\mathrm{C}}{c} = \frac{h}{l}\left(\frac{dp}{dv}\right) = \frac{dv}{dp}\left(\frac{dp}{dv}\right).$$

» En un point d'une isotherme, construite en portant p en abscisse et pv en ordonnée, le coefficient angulaire de la tangente est

$$\varepsilon = \frac{d(pv)}{dp} = p\frac{dv}{dp} + v, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{dv}{dp} = \frac{\varepsilon - v}{p}.$$

» Substituant, on a :

$$\frac{\mathrm{C}}{c} = \frac{\varepsilon - v}{p}\frac{dp}{dv}, \qquad \text{soit} \qquad \frac{\mathrm{C}}{c}\frac{dv}{v-\varepsilon} + \frac{dp}{p} = 0,$$

relation qui ne diffère de l'équation différentielle de la formule de Laplace que par le terme ε qui a évidemment les dimensions d'un volume.

» C'est l'équation différentielle de détente adiabatique dans le cas général; elle s'applique à tous les fluides, mais elle ne peut être intégrée que dans des cas particuliers, puisque ε et γ sont des fonctions inconnues des variables; or, dans le cas qui nous occupe, ces fonctions étant sensiblement constantes, on pourra, en considérant seulement leurs valeurs moyennes, intégrer, ce qui donne la relation

$$p(v-\varepsilon)^c = \text{const.}$$

» Sous de faibles pressions, pour les gaz voisins de l'état parfait, comme l'hydrogène, ε peut être négligé devant v, et l'on retrouve la formule ordi-

naire de Laplace; mais, pour les fluides comprimés, ε joue un rôle d'autant plus considérable que la densité est plus grande; pour l'hydrogène, par exemple, il devient égal à la moitié du volume vers 2000^{atm}. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Pasteur*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Marcel Bertrand	obtient	47	suffrages,
M. Michel-Lévy	»	4	»
M. de Lapparent	»	3	»

M. **Marcel Bertrand**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ch.-V. Zenger** adresse, pour être transmise à la Commission précédemment nommée, la deuxième Partie de ses « Études de Physique moléculaire » présentées le 2 décembre dernier.

Dans cette deuxième Partie, l'auteur se propose « de montrer comment la loi générale de condensation de la matière, qu'il a formulée, peut être appliquée : 1° à reconnaître les éléments chimiques polymorphes et à les distinguer des éléments nouveaux; 2° à calculer les formes cristallines fondamentales des éléments chimiques; 3° à étudier les formes cristallines des combinaisons chimiques analogues et isomorphes. »

(Commissaires : MM. Friedel, Cornu, Armand Gautier.)

MM. **G. Nivière** et **A. Hubert** adressent une Note « sur quelques dosages appliqués à l'analyse des vins. »

(Commissaires : MM. Dehérain, Moissan, Aimé Girard.)

MM. G. **Hermite** et G. **Besançon** adressent une Note « sur l'ascension à grande hauteur du ballon explorateur l'*Aérophile*, le 20 octobre 1895. »

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Marié**, MM. **Pollard** et **Dudebout** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que l'auteur du Manuscrit auquel a été accordé le deuxième prix Gay est M. *Ad. Nicolas*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage intitulé « Tables de mortalité, publiées par le Comité des Compagnies d'assurances à primes fixes sur la vie ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique, fondation Montyon.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* CH *Charlois, faites à l'équatorial de* $0^m,25$ *de l'observatoire de Toulouse;* par M. **F. Rossard**. (Présentées par M. F. Tisserand.)

Dates 1896.	Étoile.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.
Janvier 9........	1549 BD + 24°	$-1^m.2^s,27$	$+8'.18'',3$	18:20
9........	Id.	$-1.7,17$	$+8.33,5$	18:20

Position de l'étoile de comparaison.

Date 1896.	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Janvier 9....	$7^h.4^m.54^s,66$	$+2^s,21$	$+24°.50'.0'',5$	$+4'',4$	$\frac{1}{3}$(Weisse 28-29 + Paris 8770 + Albany 2818)

Positions apparentes de la planète.

Dates 1896.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janvier 9...	10.6.15	7.3.54,60	$\bar{1}$,308n	+24.58.23,2	0,485
9...	11.1.22	7.3.49,70	$\bar{2}$,455	+24.58.38,4	0,445

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Considérations sur la nature des protubérances ordinaires*. Note de M. **J. Fényi**.

« Dans ma Communication précédente, j'ai fait voir que les hautes protubérances apparaissent dans le vide et que l'observation elle-même exige que le vide existe. Je vais aujourd'hui montrer que les protubérances ordinaires doivent être également dans un état semblable de dissipation, bien qu'elles soient plongées dans la véritable atmosphère solaire.

» Les protubérances de chaque jour s'élèvent aussi avec l'énorme vitesse de plusieurs kilomètres par seconde; d'un autre côté, nous n'ignorons pas que la pression de l'atmosphère solaire diminue d'autant plus rapidement, que la hauteur devient plus grande. Chaque protubérance qui monte doit donc parvenir rapidement dans des couches à pression si faible, que la dissipation peut s'opérer comme dans le vide.

» Une très faible ascension est suffisante pour réduire la pression de moitié. La formule suivante indique la diminution de la pression p', pour la hauteur h :

$$p = p' e^{\frac{Gh}{TR}}.$$

» Supposons $G = 28$, $R = 422$, $T = 1000°$, $p = 2p'$, nous en déduirons la hauteur $h = 104^{\text{km}}$. Chaque protubérance qui monte dépasse cette hauteur en quelques secondes, tandis que l'expansion des petits nuages met déjà près de quinze minutes pour arriver jusqu'au centre; une protubérance élevée à la hauteur d'une seule seconde, ou 725^{km}, est déjà environnée d'une atmosphère cent vingt fois moins épaisse. Une pareille protubérance diminuera de dehors en dedans, à moins que la pression environnante soit elle-même encore si forte, que la température produite rende encore le gaz lumineux. En pareil cas, le volume de la protubérance peut se développer jusqu'à ce qu'elle parvienne, en continuant de s'élever,

à des couches plus raréfiées, qui ne remplissent déjà plus cette condition.

» Pour nous convaincre de la très grande différence qui existe généralement entre la pression dans la protubérance et celle de l'atmosphère environnante, il suffit de remarquer que, d'après la discussion ci-dessus, aucune protubérance ne peut avoir une densité inférieure à celle de la couche où elle s'était trouvée auparavant, à l'époque requise par l'expansion.

» A l'appui de notre explication, nous ferons observer que les protubérances tranquilles, qu'on peut voir des jours entiers au même endroit, présentent des changements continuels dans leur fine structure; elles semblent ne consister qu'en une formation et dissolution perpétuelles.

» Cette manière dont, selon nous, la dispersion s'opère, sert surtout à expliquer les extrémités si singulières et si fines des protubérances, et, en particulier, de quelques rayons qui s'échappent avec plus d'éclat, ainsi que des pointes fines, qui font paraître la chromosphère comme couverte de gazon. Ces pointes ne sont autre chose que le noyau le plus profond du rayon qui surgit, lequel noyau disparaît par suite de la dispersion. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation de la notion de limite et sur l'extension aux séries divergentes sommables du théorème d'Abel sur les séries entières*. Note de M. **Emile Borel**, présentée par M. Darboux.

« J'ai indiqué récemment (*Comptes rendus*, 30 décembre 1895) comment on peut étendre la notion de *somme* à une classe étendue de séries divergentes. J'ai fait usage, pour cela, d'une fonction entière qui restait en partie arbitraire; je supposerai aujourd'hui, pour plus de netteté, que cette fonction est la fonction e^a.

» Cela posé, considérons une suite de quantités *rangées dans un ordre déterminé*

$$s_0, s_1, \ldots, s_n, \ldots.$$

» Si la série de terme général $s_{n+1} - s_n$ est *sommable* et a pour somme s, la quantité s_n sera dite *admettre s pour limite généralisée*.

» Cette notion nouvelle permet de donner aux *caractères de sommabilité* des séries divergentes des énoncés rappelant ceux de certains *caractères de convergence*. Par exemple, pour qu'une série soit *sommable*, il est *nécessaire* que le terme général admette zéro pour *limite généralisée*.

» Mais j'insisterai surtout sur la conséquence suivante, aisée à déduire de ces notions, et qu'on doit regarder comme l'extension d'un théorème célèbre dû à Abel :

» *Si une série ordonnée suivant les puissances croissantes de la variable z est sommable pour $z = z_0$, elle est sommable, ainsi que toutes ses dérivées, pour $z = \rho z_0$, ρ étant un nombre* POSITIF *quelconque inférieur à un.*

» On voit par ces quelques exemples que la théorie des séries divergentes sommables semble présenter, avec celle des séries convergentes, assez d'analogies pour mériter une étude approfondie; il y a là une théorie nouvelle à édifier. J'espère y contribuer prochainement par la publication d'un Mémoire plus étendu, dans lequel je m'occuperai aussi du calcul pratique de *la valeur numérique* d'une série divergente numérique, supposée sommable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse à la remarque de M.* H. Poincaré *sur la théorie des rayons cathodiques*. Note de M. **G. Jaumann**, présentée par M. Poincaré.

« M. H. Poincaré a donné, dans les *Comptes rendus* du 3 décembre 1895, une équation qui démontre que les rayons cathodiques suivent une loi générale que je n'avais trouvée que séparément pour tous les cas spéciaux. Mais il suppose que son équation donne la direction de propagation des rayons cathodiques, ce que je ne peux pas admettre. Or, cette équation donne la vitesse de propagation de la surface d'onde, qui n'a aucune relation générale ni à la vitesse, ni à la direction du rayon.

» Pour les gaz raréfiés homogènes en état statique, l'équation de M. Poincaré a la forme

$$k\frac{d\Theta}{dt} + X_0\frac{d\Theta}{dx} + Y_0\frac{d\Theta}{dy} + Z_0\frac{d\Theta}{dz} = 0.$$

» C'est une équation de propagation du premier ordre à laquelle satisfont non seulement la variable Θ, mais toutes les variables du rayon. Soit n la direction de la normale de la surface d'onde, on trouvera, pour la vitesse c de la surface d'onde,

$$c = \frac{1}{k}[X_0\cos(n, x) + Y_0\cos(n, y) + Z_0\cos(n, z)].$$

» Il est impossible d'en tirer une conséquence quelconque sur la direc-

tion des rayons. Peut-être que les rayons coïncident avec les normales des surfaces d'onde, comme je le crois; alors la vitesse des rayons est égale à c; peut-être que les rayons suivraient les lignes de force (X_0, Y_0, Z_0), comme M. Poincaré le suppose; alors la *vitesse* des rayons serait *indépendante* de l'inclinaison du plan d'onde à la direction du rayon.

» M. Poincaré concède que les surfaces d'onde sont déviées par l'aimant. Il me semble difficile à comprendre comment alors la direction et la vitesse des rayons seraient indépendantes de la force magnétique.

» Pour trouver la direction des rayons, je ne connais que trois méthodes :

» 1. La méthode de Huygens, dont j'ai démontré dans mon Mémoire, qu'elle est seulement juste pour des rayons suivant une équation différentielle du second ordre (rayons lumineux, acoustiques, etc.), mais qu'elle ne l'est pas pour les rayons du premier ordre de ma théorie. Cette méthode donnerait le même résultat que M. Poincaré a énoncé, mais elle donne des conclusions évidemment fausses sur la propagation de la surface d'onde et sur la réflexion. De plus, la surface élémentaire de Huygens dégénère en ce cas en un point unique, ce qui voudrait dire que l'ondulation se propage du centre d'ébranlement dans une seule ligne et non pas dans toutes les directions, ce que personne ne peut croire.

» 2. La méthode de Kirchhoff qui se fonde sur la direction bien mal définie du flux d'énergie.

» 3. La méthode que j'ai employée dans un cas et qui se fonde sur la distribution de l'intensité. Si dans l'intégrale on peut trouver des lignes où l'intensité des oscillations est constante, ce sont celles que nous voyons comme les directions des rayons. Cette méthode m'a donné que la direction des rayons est partout normale aux surfaces d'onde déviées par une force magnétique. De même, je crois que les rayons cathodiques ne suivent pas les lignes de force électrique s'ils ont des composantes magnétiques.

» Donc, il ne faut pas, jusqu'à présent, que je modifie mes hypothèses; d'ailleurs ce ne serait pas difficile, pour éviter l'objection de M. Poincaré, laquelle est tout à fait intéressante parce qu'elle établit la discussion sur la direction des rayons du premier ordre, question qui avait tant de difficultés pour les rayons lumineux du second ordre. »

Observations au sujet de la Communication précédente; par M. **H. Poincaré**.

« L'équation

$$k\frac{d\Theta}{dt} + X_0\frac{d\Theta}{dx} + Y_0\frac{d\Theta}{dy} + Z_0\frac{d\Theta}{dz} = 0$$

s'intègre immédiatement. Considérons les équations différentielles

$$\frac{dt}{k} = \frac{dx}{X_0} = \frac{dy}{Y_0} = \frac{dz}{Z_0}:$$

ce sont les équations différentielles des lignes de force.

» Soient

$$x = f_1(t+\alpha, \beta, \gamma),$$
$$y = f_2(t+\alpha, \beta, \gamma),$$
$$z = f_3(t+\alpha, \beta, \gamma)$$

leurs intégrales, où α, β, γ désignent trois constantes d'intégration. Je résous par rapport à $t+\alpha$, β, γ et j'ai

$$t+\alpha = \varphi_1(x, y, z),$$
$$\beta = \varphi_2(x, y, z),$$
$$\gamma = \varphi_3(x, y, z).$$

» Les deux dernières de ces équations sont les équations des lignes de force en termes finis. L'équation aux dérivées partielles a pour intégrale générale

$$\Theta = \text{fonction arbitraire de } \varphi_1 - t,\ \varphi_2 \text{ et } \varphi_3,$$

ou, si le mouvement doit être périodique,

$$\Theta = F(\varphi_2, \varphi_3)\cos\lambda(\varphi_1 - t).$$

On voit que l'intensité est fonction seulement de φ_2 et de φ_3, ce qui veut dire que les rayons suivent les lignes de force.

» Quelque ingénieuses que soient les hypothèses de M. Jaumann, il est donc nécessaire de les modifier au moins dans le détail. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall dans les liquides.* Note de M. H. **Bagard**, présentée par M. Mascart.

« Jusqu'ici le phénomène de Hall a été observé dans les métaux seulement. Des expériences, faites sur les liquides par M. H. Roiti [1], ont amené ce physicien à conclure que l'effet Hall ne s'y produit pas. Cette conclusion était prématurée, car j'ai observé que ce phénomène se manifeste à un haut degré dans les dissolutions. J'ai pu constater, en effet, qu'un champ magnétique très faible produit une déviation très notable des lignes équipotentielles dans une lame liquide d'une épaisseur relativement considérable ($1^{mm},6$), traversée par un courant de quelques centièmes d'ampère seulement.

» Voici le dispositif que j'ai adopté. La lame liquide est horizontale; elle a la forme d'un rectangle dont les grands côtés ont 53^{mm} et les petits 30^{mm} de longueur. Elle est constituée par une solution saline qui remplit l'intervalle compris entre deux lames de verre parallèles, distantes de $1^{mm},6$, et mastiquées entre elles le long des grands côtés du rectangle; elle communique par ses petits côtés avec la même solution contenue dans deux auges en verre où se trouvent les électrodes qui servent à établir le courant électrique dans le liquide. Ces électrodes, qui sont formées par des plaques du métal dissous, occupent toute la largeur des auges; elles sont disposées verticalement, à peu de distance des petits côtés de la lame et parallèlement à ceux-ci.

» La paroi de verre qui limite la lame liquide à sa partie supérieure est percée suivant la petite médiane du rectangle de deux petits trous a, b, situés près des grands côtés et distants de $24^{mm},7$; le liquide communique par ces ouvertures et des tubulures appropriées avec des électrodes parasites. De cette façon, la différence de potentiel $V_a - V_b$ entre les deux points a et b de la lame liquide se mesure facilement par la méthode d'opposition; on emploie l'électromètre capillaire comme instrument de zéro.

» Pour protéger le liquide contre un échauffement irrégulier de la part du courant, on a soin d'immerger la lame ainsi que la plus grande partie des auges dans un bain d'eau pure à la température du laboratoire.

» Le champ magnétique est fourni par un électro-aimant dont les deux pièces polaires se terminent par deux surfaces carrées horizontales de 5^{cm} de côté, situées l'une au-dessus de l'autre à $2^{cm},5$ de distance; on obtient ainsi entre ces deux pièces polaires un champ vertical, sensiblement uniforme dans la région moyenne. Un dispositif particulier permet, à volonté, d'approcher rapidement l'électro-aimant de la

---

(1) H. Roiti, *Recherche du phénomène de Hall dans les liquides* (*Atti della reale Accad. dei Lincei,* 3e série, t. XII, p. 397; 1882. *Journal de Physique,* 2e série, t. II, p. 514; 1883).

lame liquide, de façon à la mettre brusquement dans l'intervalle des pièces polaires ou de porter l'électro-aimant à une grande distance de l'appareil pour soustraire la lame à l'action du champ.

» Les liquides que j'ai employés jusqu'ici étaient des solutions récemment bouillies de sulfate de zinc et de sulfate de cuivre, dans divers états de concentration. Le courant longitudinal était fourni par des éléments Daniell à petite surface, montés en tension; son intensité a varié, dans mes expériences, de $0^{amp},019$ à $0^{amp},037$. L'intensité du champ a été comprise entre 300 et 400 unités C.G.S. seulement.

» D'une façon générale, quand on établit le courant dans la lame en l'absence du champ magnétique, comme les deux points a, b n'appartiennent pas à la même ligne équipotentielle, par suite d'un défaut de symétrie qu'il est difficile d'éviter, on observe une certaine différence $V_a - V_b$ qui, au bout d'un certain temps, prend une valeur très sensiblement invariable d. Si l'on approche alors l'électro-aimant excité dans un certain sens, de façon à soumettre la lame à l'action du champ magnétique, la différence $V_a - V_b$ prend une nouvelle valeur $d + \delta$. L'aimant étant ensuite éloigné, $V_a - V_b$ reprend la valeur d. Si l'on vient à approcher l'électro-aimant excité en sens inverse, la différence $V_a - V_b$ prend une valeur $d - \delta$; l'aimant étant de nouveau éloigné, $V_a - V_b$ revient à la valeur d, et ainsi de suite. Ces écarts de $V_a - V_b$ de part et d'autre de sa valeur initiale d, pour des champs de sens opposés, mettent en évidence de la façon la plus nette la déviation des lignes équipotentielles sous l'action de l'aimant.

» Dans tous les cas observés, la déviation des lignes équipotentielles se produit *dans le même sens que pour le bismuth*. Cette déviation n'atteint pas instantanément une valeur définitive. Elle croît toujours très rapidement dans les premiers instants qui suivent celui où l'on expose la lame à l'action magnétique, puis elle croît plus lentement par la suite. Au bout de deux à trois minutes, elle prend une valeur sensiblement constante pour une solution très concentrée (sulfate de zinc, 4 équivalents par litre d'eau). Avec une solution étendue, la déviation est plus grande, et, en outre, au lieu de se fixer au bout de deux à trois minutes, comme dans le cas précédent, elle continue à augmenter avec la durée de l'action magnétique. Je ne fais que signaler ici cet effet progressif de l'aimant, n'ayant pas encore étudié dans tous ses détails cette particularité du phénomène.

» Enfin, chaque fois qu'on retire l'électro-aimant, la différence $V_a - V_b$ reprend sa valeur initiale d au bout de deux à trois minutes, en variant rapidement d'abord, puis plus lentement.

» Je rapporte ici, à titre d'indication, les nombres obtenus dans deux expériences, faites avec deux solutions de sulfate de zinc de concentrations très différentes. Le sulfate de cuivre donne des résultats analogues.

A. — *Solution de sulfate de zinc renfermant 4 équivalents de sel par litre d'eau.*

Intensité du courant longitudinal...........	0,036 à 0,037 ampère
Intensité du champ magnétique............	300 unités C.G.S. environ
Valeur initiale de $V_a - V_b$.................	$d = 0,0865$ daniell

» L'écart δ s'est maintenu sensiblement constant et égal à 0,0030 daniell.

B. — *Solution de sulfate de zinc renfermant* 0,5 *équivalent de sel par litre d'eau.*

Intensité du courant longitudinal	0,020 à 0,022 ampère
Intensité du champ magnétique............	380 unités C.G.S environ
Valeur initiale de $V_a - V_b$	$d = 0,1461$ daniell

» L'écart δ a crû de 0,0291 à 0,0392 dans les limites de l'expérience.

» Pour avoir une idée de la grandeur de l'effet Hall dans ces liquides, j'ai calculé, d'une façon approchée, le rapport de l'angle dont est déviée une ligne équipotentielle au nombre qui mesure, en unités C.G.S., l'intensité du champ qui produit cette déviation. J'ai ainsi trouvé le nombre 23×10^{-7} pour la solution A; pour la solution B, ce rapport a atteint la valeur 133×10^{-7} dans les limites de l'expérience.

» Ce dernier nombre, en particulier, est de l'ordre de grandeur de ceux qu'a obtenus M. Leduc [1] pour les échantillons de bismuth qu'il a étudiés, et l'on sait que l'effet Hall est plusieurs milliers de fois plus grand dans ce métal que dans la plupart des autres métaux. »

PHOTOMÉTRIE. — *Un étalon photométrique à l'acétylène.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Mascart.

« Comme étalons de lumière, les flammes présentent, au point de vue pratique, des avantages qui les ont fait employer presque exclusivement jusqu'à ce jour. Il est certain, en effet, qu'un gaz de composition chimiquement invariable, brûlant dans des conditions définies, peut servir utilement d'étalon secondaire.

» L'acétylène, dont une étude magistrale de M. Berthelot a depuis longtemps montré toute l'importance, paraît convenir très bien pour cet usage. M. Moissan a donné le moyen de préparer facilement ce gaz à l'état de pureté par la simple action de l'eau sur le carbure de calcium, qui, luimême, se fabrique aisément dans le four électrique.

» Si l'on brûle l'acétylène sous une pression un peu forte et dans un bec qui l'étale en une large lame mince, on obtient une flamme parfaitement fixe, très éclairante, d'une blancheur remarquable et d'un éclat

(1) Leduc, *Modifications de la conductibilité du bismuth dans un champ magnétique* (Thèse). Paris; 1888.

sensiblement uniforme sur une assez grande surface. En plaçant devant la flamme un écran percé d'une ouverture de grandeur déterminée (que l'on peut d'ailleurs faire varier suivant les besoins), on obtient une source convenant très bien pour les mesures photométriques usuelles.

» Suivant ces principes, posés dans une séance déjà ancienne (21 juin 1895) de la Société française de Physique, j'ai fait construire par M. Carpentier, que je tiens à remercier de son précieux concours, une lampe étalon d'un emploi facile. L'acétylène arrive par un petit orifice conique, entraîne avec lui l'air nécessaire, puis il pénètre par un trou étroit dans un tube où se fait le mélange et qui se termine par un bec papillon en stéatite semblable à ceux du gaz d'éclairage.

» On peut employer, soit la flamme entière, soit une portion seulement nettement limitée. Dans le modèle établi, la flamme est enfermée dans une sorte de boîte dont l'une des faces porte un diaphragme à iris, permettant de prendre immédiatement sur la lampe le nombre de bougies dont on a besoin, tandis que l'autre face peut recevoir des ouvertures calibrées à l'avance.

» La flamme entière correspond à plus de 100 bougies, sous une pression de $0^{m},30$ d'eau. La dépense d'acétylène étant alors de 58^{lit} à l'heure, on voit que le pouvoir éclairant de l'acétylène est supérieur à vingt fois celui du gaz de houille brûlé dans un bec Bengel (donnant 1 carcel $= 9,6$ bougies pour 105^{lit}), et encore au moins six fois celui du même gaz de houille dans un bec Auer (donnant 1 carcel pour 30^{lit}).

» Le spectrophotomètre montre d'ailleurs que dans toute l'étendue du spectre, depuis C jusqu'à F (1), la lumière de l'acétylène diffère peu de celle du platine en fusion, qui sert de définition à l'unité absolue et à laquelle se rattache, comme l'on sait, la bougie, définie le $\frac{1}{20}$ de l'unité absolue. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de quelques composés du manganèse.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Je me suis proposé de déterminer la chaleur de formation de quelques composés du manganèse en employant la bombe calorimétrique, comme

(1) Au delà, la photographie, qui se prête beaucoup mieux que tout autre moyen à l'étude des rayons de faible longueur d'onde, révèle dans la flamme de l'acétylène une intensité actinique qui sera certainement d'un usage très précieux.

je l'avais fait antérieurement pour les composés similaires du fer. Les différents corps étudiés ont été brûlés avec une quantité convenable de charbon et amenés ainsi à un état final parfaitement défini, généralement à l'état d'oxyde salin Mn^3O^4.

» Le calorimètre et la bombe ensemble étaient équivalents à 2680^{gr} d'eau. Le combustible ajouté consistait en $0^{gr},16$ de papier et $0^{gr},5$ ou 1^{gr} de charbon de bois. L'élévation de température, due à la combustion de ces matières, était de $1°,67$ et $3°,05$.

» Les formules sont exprimées en équivalents $O = 8^{gr}$.

» *Manganèse métallique.* — Le métal a été préparé par la méthode de Green et Wahl, en réduisant le protoxyde par l'aluminium; il présentait la composition suivante :

Si	0,15	pour 100
Al et Fe	0,50	»
C	0,00	»
Mn	99,35	»
	100,00	

» 1^{gr} de métal a donné une élévation de température de $0°,740$ qui conduit à

$$3Mn + 4O = Mn^3O^4, \text{ dégage } + 164^{Cal} \ldots\ldots \quad 4 \times 41^{Cal}$$

» *Carbure de manganèse.* — M. Hautefeuille a montré qu'en réduisant par le carbone en excès un oxyde quelconque du manganèse, on obtient le carbure défini Mn^3C. Il a reconnu de plus que ce corps était formé depuis ses éléments avec dégagement de chaleur; 1^{gr} d'un carbure répondant à cette formule et ne contenant comme impureté que 0,2 pour 100 de silicium, a donné pour 2^{gr} une élévation de température de $1°,74$, ce qui conduit à

$$Mn^3C + 6O = Mn^3O^4 + CO^2, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad + 206^{Cal},2$$

d'où l'on déduit

$$3Mn + C\,(\text{diamant}) = Mn^3C, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad + 5^{Cal},2$$

» *Protoxyde de manganèse.* — Le protoxyde obtenu par calcination de l'oxalate et du carbonate dans un courant d'hydrogène a donné pour 2^{gr} des élévations de température de $0°,195$ et $0°,190$, d'où l'on déduit

$$3MnO + O = Mn^3O^4, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 27^{Cal},6$$

et

$$Mn + O = MnO, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 45^{Cal},4$$

» *Bioxyde de manganèse.* — Les expériences ont été faites sur du bioxyde de manganèse naturel, très pur. Le bioxyde de manganèse préparé au laboratoire renferme de l'acide azotique et de l'eau dont il est très difficile de le débarrasser complètement sans lui enlever en même temps de l'oxygène. 2^{gr} ont donné une variation de

température négative de $-0^\circ,135$, d'où l'on déduit

$$3\,MnO^2 = Mn^3O^4 + O, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -24^{Cal}$$

et

$$MnO + O = MnO^2, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +17^{Cal}$$

et

$$Mn + 2O = MnO^2, \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +63^{Cal} = 2.31^{Cal},5$$

» *Carbonate de manganèse.* — La chaleur de formation du carbonate précipité est connue depuis longtemps; je n'ai donc étudié que le carbonate naturel. L'échantillon le plus pur que j'aie pu me procurer ne renfermait pas de carbonate de chaux et seulement 6 pour 100 de carbonate de fer. Il se présentait en gros cristaux rouges transparents. 2^{gr} ont donné une variation de température négative de $-0^\circ,07$, d'où l'on déduit, après correction relative au fer,

$$3\,MnO.CO^2 + O = Mn^3O^4 + 3\,CO^2, \text{ dégage} \ldots \quad -13^{Cal},9$$

et

$$MnO + CO^2 = MnO.CO^2, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal},8$$

chaleur de formation bien supérieure à celle du carbonate précipité.

» Le carbonate de fer naturel m'avait déjà donné un résultat semblable et qui pouvait d'ailleurs être prévu, en raison de la grande stabilité de ces carbonates naturels.

» *Silicate de manganèse.* — La chaleur de formation de ce corps a été déterminée en ajoutant au charbon un mélange intime de 1^{gr} de quartz et $1^{gr},775$ de protoxyde de manganèse. Dans ce cas, l'état final est le silicate et non plus, comme dans les expériences précédentes, l'oxyde salin. L'élévation de température observée a été de $0^\circ,05$, d'où l'on déduit

$$SiO^2\,(\text{quartz}) + MnO = MnO.SiO^2, \text{ dégage} \ldots \quad +2^{Cal},7$$

» La chaleur de formation du silicate de manganèse est donc très faible, résultat semblable à celui déjà obtenu pour le silicate de fer. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les iodures cristallisés de strontium et de calcium.* Note de M. Tassilly, présentée par M. Troost.

« Croft a décrit [1] un iodure de strontium cristallisé en tables hexagonales, dont il exprime la composition par la formule $SrI^2, 6H^2O$. J'ai, à plusieurs reprises, fait cristalliser de l'iodure de strontium et les cristaux qui se déposent vers 60° m'ont paru répondre à la formule $SrI^2, 7H^2O$.

---

(1) *Jahresbericht*, p. 235; 1856.

Cette constitution établirait un rapprochement entre l'iodure de strontium et l'iodure de baryum, lequel donne un hydrate à 7 molécules d'eau.

» Les cristaux, essorés à la trompe, en évitant l'action de l'acide carbonique de l'air, puis séchés à la presse sur du papier, donnent avec l'eau une solution limpide, incolore et neutre au papier de tournesol. Les essais tentés dans le but de faire perdre à ce corps une molécule d'eau, pour obtenir l'hydrate $SrI^2 6H^2O$, ne m'ont pas donné de résultat.

» J'ai déterminé la chaleur de dissolution dans l'eau du corps $SrI^2, 7H^2O$: j'ai trouvé, vers 15°, $-4^{cal},48$; $-4^{cal},46$; $-4^{cal},47$; soit en moyenne :

$SrI^2, 7H^2O$ solide $+ nH^2O = SrI^2$ dissous........ $-4^{cal},47$.

» Dans une Note précédente, j'ai donné la chaleur de dissolution dans l'eau vers 12° de SrI^2, soit $20^{cal},5$, et j'en ai déduit la chaleur de formation de SrI^2 solide, à partir des éléments, soit $123^{cal},1$ (I^2 gaz), et $112^{cal},3$ (I^2 solide).

» Ces différentes données permettent de calculer la chaleur de formation de $SrI^2, 7H^2O$.

Sr solide $+ I^2$ gaz $+ 7H^2O$ liquide $= SrI^2, 7H^2O$, dégage.... $+158^{cal},07$
Sr solide $+ I^2$ solide $+ 7H^2O$ liquide $= SrI^2, 7H^2O$, dégage... $+147^{cal},27$

» J'ai également fait cristalliser, par évaporation lente d'une solution concentrée à la température ordinaire, de l'iodure de calcium. Ce corps se présente sous forme de longues aiguilles extrêmement hygroscopiques. Les cristaux essorés à la trompe, dans un courant d'air sec et privé d'acide carbonique, ont donné, à l'analyse, des résultats qui correspondent à la formule $CaI^2 8H^2O$. J'ai déterminé la chaleur de dissolution de ce corps dans l'eau vers 20°, et j'ai trouvé : $+1^{cal},72$; $+1^{cal},75$, soit, en moyenne,

$CaI^2, 8H^2O$ solide $+ nH^2O$ liquide $= CaI^2$ dissous.......... $+1^{cal},735$

» Connaissant, d'après Thomsen, la chaleur de dissolution dans l'eau de CaI^2 solide ($+27^{cal},6$) et la chaleur de formation du même corps à l'état solide, à partir des éléments, soit $118^{cal},6$ (I^2 gaz), on en déduit :

Ca solide $+ I^2$ gaz $+ 8H^2O$ liquide $= CaI^2, 8H^2O$ dégage.... $+144^{cal},47$
Ca solide $+ I^2$ solide $+ 8H^2O$ liquide $= CaI^2, 8H^2O$ dégage.. $+133^{cal},67$

» Pour pouvoir essorer les corps, dont je viens de déterminer les constantes thermiques, dans un courant d'air sec privé d'acide carbonique, j'ai employé un dispositif particulier, consistant en deux cloches coniques ou cylindriques en verre, présentant chacune une portion plane rodée pouvant s'appliquer l'une sur l'autre et formant à

l'aide d'un peu de suif un joint hermétique. Chaque cloche est terminée à l'autre extrémité par un tube dont l'un sert à l'écoulement du liquide, tandis que l'autre est mis en relation avec une série de laveurs et de tubes destinés à absorber la vapeur d'eau et l'acide carbonique. On peut également effectuer l'opération dans un courant d'hydrogène, d'azote ou d'acide carbonique suivant les besoins.

» L'ensemble constitue donc un entonnoir clos permettant de filtrer à la trompe sur du coton, de l'amiante ou du coton de verre, et dans un courant gazeux approprié, les corps altérables dans les conditions ordinaires de filtration.

» Cet appareil, dont je me suis servi pour essorer, outre les corps ci-dessus, un certain nombre de combinaisons halogénées basiques des métaux alcalino-terreux, m'a donné d'excellents résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydes dérivées des alcools* $C^{10}H^{18}O$ *isomériques*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire antérieur ([1]), nous avons montré que le lémonal extrait de l'essence de lémon grass (citral) contenait trois aldéhydes isomériques, dont nous avons décrit les combinaisons avec la semicarbazide.

» Pour compléter nos recherches sur ce sujet, nous avons traité de la même façon les aldéhydes obtenues par oxydation : 1° du licaréol, 2° du licarhodol, 3° du lémonol (géraniol). Nous avons oxydé séparément le licaréol de l'essence de *licari kanali* et celui de l'essence de *linaloe* (linalol).

» Toutes les aldéhydes ainsi obtenues, soumises au traitement indiqué dans notre précédente Note, nous ont fourni les combinaisons semicarbaziques que nous y avons décrites, et dans des proportions approximativement les mêmes; il en résulte que toutes ces aldéhydes, quelle que soit leur origine, sont des mélanges de corps identiques.

» On ne connaît pas le licaréal, parce que l'oxydation du licaréol par le mélange sulfochromique est précédée de l'isomérisation de cet alcool très peu stable, et de sa transformation en son isomère stable, le licarhodol droit; l'oxydation du licaréol fournit en réalité le licarhodal.

» Cette transformation du licaréol en licarhodol droit, observée depuis longtemps par l'un de nous en liqueur acétique, peut se faire également bien au contact de l'acide sulfurique étendu, comme nous l'avons vérifié directement ; cette isomérisation, avec élévation du point d'ébullition, est

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1159.

à rapprocher de l'isomérisation bien connue de l'eugénol en isoeugénol, du safrol en isosafrol, et de l'estragol en anéthol. Nous la traduisons par la formule ci-dessous :

$$\underbrace{\begin{array}{l}CH^2=C-C-CH^2-CH^2-C=CH^2,\\ \qquad\ \ |\quad\ \ |\qquad\qquad\qquad\quad\ |\\ \quad CH^3\ CH^2OH\qquad\qquad CH^3\end{array}}_{\text{Licaréol.}}\qquad \underbrace{\begin{array}{l}CH^2=C-CH-CH^2-CH=C-CH^3,\\ \qquad\ \ |\quad\ \ |\qquad\qquad\qquad\quad\ |\\ \quad CH^3\ CH^2.OH\qquad\qquad CH^3\end{array}}_{\text{Licarhodol.}}$$

$$\underbrace{C^6H^3(OH)(OCH^3)-CH^2-CH=CH^2,}_{\text{Eugénol.}}\qquad \underbrace{C^6H^3(OH)(OCH^3)-CH=CH-CH^3.}_{\text{Isoeugénol.}}$$

Dans les deux cas, le point d'ébullition s'élève, et la stabilité augmente lorsque la double liaison se rapproche du centre.

» Mais de ce que le licarhodol est stable vis-à-vis de l'acide sulfurique étendu, il ne faudrait pas conclure la stabilité du licarhodal par rapport à ce même agent, car, sous son influence, il est transformé, pour la plus grande part, en son isomère le lémonal ; nous avons déjà parlé, dans notre premier Mémoire, de cette isomérisation que nous avons réalisée en totalité à partir de la semicarbazone du licarhodal.

$$\underbrace{\begin{array}{l}CH^2=C-CH-CH^2-CH=C-CH^3\\ \qquad\ \ |\quad\ \ |\qquad\qquad\qquad\quad\ |\\ \quad CH^3\ COH\qquad\qquad\quad CH^3\end{array}}_{\text{Licarhodal.}}\qquad \underbrace{\begin{array}{l}CH^3-C=C-CH^2-CH=C-CH^3\\ \qquad\ \ |\quad\ \ |\qquad\qquad\qquad\quad\ |\\ \quad CH^3\ COH\qquad\qquad\quad CH^3\end{array}}_{\text{Lémonal.}}$$

» La transformation du licarhodal en lémonal n'est pas réversible, et le licarhodal, qui se rencontre dans les produits d'oxydation du lémonol naturel (géraniol) de l'essence d'*Andropogon schœnanthus* provient du licarhodol gauche contenu dans cette essence; le lémonol possède, en effet, toujours un faible pouvoir rotatoire à gauche, indice de la présence d'un corps actif.

» Nous avons examiné également au même point de vue l'aldéhyde qui existe dans l'essence de citron et que l'on a appelée *citral*. Cette aldéhyde nous a fourni presque exclusivement la semicarbazone fusible à 135° qui caractérise le lémonal; nous y avons trouvé également la combinaison fusible à 171°, caractéristique du licarhodal, mais en très petite quantité; les aiguilles fusibles à 160° n'ont pu être obtenues avec netteté; nous n'avons isolé aucun autre corps; le citral de l'essence de citron ne contient donc pas de citronellal et la combinaison naphtocinchonique, décrite

par M. Dæbner comme dérivant du citronellal, est sans doute celle qui correspond au licarhodal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la multirotation des sucres réducteurs et l'isodulcite.* Note de M. TANRET, présentée par M. Henri Moissan.

« Comme suite à mon étude sur les modifications moléculaires du glucose (¹), j'ai recherché si d'autres sucres réducteurs, dont la solution aqueuse arrive à un pouvoir rotatoire final différent du pouvoir initial, ne présenteraient pas les mêmes modifications. Or, j'ai déjà pu avec quelques-uns : le lactose, le galactose, l'arabinose, l'*isodulcite,* faire cristalliser leur modification β, celle dont le pouvoir rotatoire est stable en solution. J'en ai conclu que si le pouvoir des sucres devenu stable est différent de celui du début, c'est qu'il se forme en solution une modification dont le pouvoir rotatoire est précisément ce pouvoir stable. Ainsi s'expliquerait le phénomène de la multirotation des sucres (²).

» M. Gernez venant de s'occuper du pouvoir rotatoire du rhamnose (ou isodulcite, isodulcitose) (³), je demande la permission à l'Académie de donner quelques détails sur les modifications de ce sucre.

» L'isodulcite β peut s'obtenir cristallisée à froid ou à chaud.

» *a.* On dissout 1 partie d'isodulcite ordinaire ou α dans 0,5 partie d'eau bouillante, et, dans la solution encore tiède, on verse en agitant 5 parties d'alcool absolu, puis 9 parties d'éther. Il se forme un précipité cristallin constitué par de l'isodulcite α qui s'est reformée dans l'alcool; on le rejette. Une nouvelle addition d'autant d'éther précipite l'isodulcite β. On l'essore rapidement et on la dessèche sur l'acide sulfurique.

» *b.* Pour faire cristalliser à chaud l'isodulcite β, on évapore au bain-marie une solution d'isodulcite ordinaire et, quand elle est réduite en sirop épais, on y projette de temps en temps quelques cristaux d'isodulcite β obtenue à froid, en agitant sans cesse jusqu'à ce que la masse commence à cristalliser. Il ne faut plus alors que quelques minutes pour avoir l'isodulcite β en poudre cristalline; elle est anhydre.

» L'isodulcite β préparée à froid est cristallisée en fines aiguilles prismatiques. Son pouvoir rotatoire a été trouvé à la température ordinaire,

(¹) *Comptes rendus,* t. CXX, p. 1060.

(²) *Bulletin de la Société chimique,* t. XIII, p. 625; 1895, et Communication faite au Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences de Bordeaux.

(³) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 1150.

$\alpha_D = +10°,29$, et celui du produit obtenu à chaud, $\alpha_D = +12°$. Au bout d'une heure, ils ne sont plus que $\alpha_D = +9°,6$ et $\alpha_D = +10°$.

» Cette rotation du début supérieure à celle de la fin indique que l'isodulcite β est accompagnée d'une modification plus dextrogyre qui s'est formée en même temps sous l'action de l'alcool éthéré et de la chaleur. Cette modification, l'*isodulcite* γ (l'isodulcite α est lévogyre) se produit quand on chauffe à 90° l'isodulcite β cristallisée à froid : celle-ci qui contenait une demi-molécule d'eau devient anhydre en une heure, et a alors le pouvoir rotatoire immédiat $\alpha_D = +20°$ (et $\alpha_D = +22°$ pour trois heures de chauffe). Une heure après, ce pouvoir n'est plus que $\alpha_D = +10°$.

» L'isodulcite anhydre se ramollit vers 105° et fond nettement à 108°. A l'air humide elle reprend de l'eau et se transforme partiellement en isodulcite α.

» D'après les auteurs qui ont étudié l'isodulcite, ce sucre fond à 93° et, tout en restant sirupeux, ne perd que lentement une molécule d'eau à 100°. Hlasivetz et Pfaundler (¹) disent cependant, mais sans aucun détail, que l'isodulcite, après avoir perdu son eau, fond entre 105° et 110°. Il semble que personne depuis n'ait vu ainsi cesser spontanément la surfusion du rhamnose déshydraté.

» Ces essais ont d'abord été faits avec de l'isodulcite provenant du dédoublement de l'isohespéridine. Répétés avec un sucre d'une autre origine (maison Billault), ils ont donné les mêmes résultats. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Oscillations rétiniennes consécutives à l'impression lumineuse.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il y a plusieurs années (*Comptes rendus*, 20 et 27 juillet 1891), j'ai démontré que la rétine est le siège de phénomènes oscillatoires rapides, produits sous l'influence des excitations lumineuses. Toute lumière tombant sur la rétine provoque une réaction négative qui peut être suivie elle-même de plusieurs phases alternativement positives et négatives, d'amplitude décroissante. La durée d'une période complète de ces oscillations est d'environ $\frac{3}{100}$ de seconde ($\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{35}$). C'est là un phénomène plus ou moins marqué, mais constant, et l'on peut dire que toute sensation lumineuse, brève ou

(¹) *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXXVII, p. 362 ; 1863.

longue, commence par être oscillatoire (alternativement croissante et décroissante).

» Certains auteurs ont voulu rapprocher de ce fait capital une seconde espèce d'oscillation plus lente de la sensation, qu'ils ont crue aussi constante et uniforme. Dans certaines conditions, on voit une excitation lumineuse brève réapparaître un instant après la disparition de la lumière. Cette sorte de dédoublement de la sensation, d'abord observée par C.-A. Young, et que j'avais cru pouvoir rapprocher de ma réaction négative, est en réalité d'un autre ordre. Shedford Bidwell, von Kries, qui l'ont étudiée récemment, ne me semblent pas avoir reconnu sa véritable signification. Voici les résultats d'expériences variées, qui m'ont permis de la faire rentrer dans un ordre de faits plus général.

» J'ai opéré à l'aide de disques rotatifs, tournant au devant d'un champ lumineux uniforme (verre dépoli recouvrant une lentille plan-convexe de 20^{cm} de diamètre, au foyer de laquelle (à 45^{cm}) est une source lumineuse dont on peut varier l'intensité). Dans un disque noir et opaque est percée, à une certaine distance du centre, une fenêtre plus ou moins large en forme de portion de secteur; cette fenêtre, en tournant devant le verre dépoli, forme un objet lumineux mobile qui laisse une trace annulaire, dont les détails sont en rapport avec les phases diverses de la sensation pendant et après le passage de la lumière sur chaque point de la rétine; grâce à des dispositifs variés, que je ne puis décrire ici, l'excitation peut être plus ou moins rapide, plus ou moins longue, plus ou moins intense. Avec une vitesse de rotation variant entre 1 et 3 secondes par tour, elle laisse sur la rétine d'un œil *bien immobile* (condition capitale) une trace où l'on peut facilement analyser, à chaque passage du secteur, les impressions rétiniennes successives, distribuées suivant l'espace.

» Or, dans certaines conditions déterminées d'intensité lumineuse et de durée de l'excitation, la fenêtre du disque se montre suivie à distance par un objet de forme analogue, mais bien plus pâle, sorte de reviviscence affaiblie de l'image rétinienne primitive. Cette *image récurrente* est généralement incolore, elle paraît bleuâtre pour de faibles intensités. Elle est séparée de l'objet par un intervalle noir, plus noir que le reste du fond.

» On a cru que cette image se formait toujours $\frac{1}{5}$ de seconde après l'excitation, et qu'elle reproduisait régulièrement la forme de l'objet. Il n'en est rien. En réalité, elle fait partie d'une image consécutive toujours assez longue et dont l'intensité varie, croissant d'abord, puis décroissant à partir d'un maximum. C'est ce maximum, qui, seul visible dans certains

cas par suite du peu d'intensité du reste de l'image, constitue alors l'image récurrente; mais ses dimensions sont loin d'être constantes et de rappeler toujours celles de l'objet; si on affaiblit la lumière, sa largeur diminue, puis elle disparaît; si on l'augmente, l'image, d'abord mince, s'élargit de plus en plus, et elle peut atteindre cinq ou six fois la largeur apparente de l'objet. En même temps, quand la lumière augmente, l'image récurrente apparaît de plus en plus tôt, l'intervalle noir qui la sépare de l'objet diminue.

» La durée de l'excitation agit comme son intensité; plus elle est grande, plus l'image s'étale et plus elle suit de près l'excitation.

» Le moment d'apparition de l'image dépend d'ailleurs non du début, mais de la fin de l'excitation.

» J'ai constaté ces faits en variant la durée d'excitation jusqu'à $\frac{1}{2}$ seconde, mais la durée la plus favorable pour avoir une image récurrente bien limitée est seulement de $\frac{2}{100}$ à $\frac{5}{100}$ de seconde.

» L'image récurrente peut se produire avec toutes les couleurs, mais elle est surtout marquée pour les couleurs les plus réfrangibles. Je l'ai vue se produire, même pour le rouge, à l'aide de verres de cette couleur qu'il est facile de se procurer à peu près purs; seulement, l'image est alors très faible, et on ne la perçoit bien que si l'intensité lumineuse est suffisamment grande; elle est plus forte avec le vert, et surtout marquée avec le bleu (ce qui explique qu'on ne l'ait quelquefois remarquée que dans la lumière bleue). Sa coloration n'a rien de spécifique et varie avec l'intensité de l'excitation; elle peut être colorée comme celle-ci, mais paraît le plus souvent grise, tirant sur le bleu ou le violet pour de faibles intensités; dans la lumière bleue de moyenne intensité, elle paraît plutôt jaune verdâtre.

» En somme, il s'agit ici, non d'une excitation spéciale des fibres du violet, ni d'une action élective sur les bâtonnets, comme cela a été dit, mais seulement d'un cas particulier, d'une phase maxima de l'image persistante qui suit toute excitation. Seulement, ce qu'il y a ici d'important et de général, c'est l'intervalle noir qui suit constamment et immédiatement l'excitation : c'est une réaction négative de clôture, et je l'avais déjà remarquée dans toutes mes expériences de 1891, sur les oscillations rétiniennes. La durée apparente de cet intervalle noir est variable, car il doit paraître d'autant plus long que l'image consécutive est plus faible; aussi, pour de faibles lumières ou de très brèves excitations, peut-il atteindre $\frac{1}{4}$ de seconde, tandis qu'il peut être réduit à $\frac{1}{36}$ de seconde environ pour

des excitations assez fortes atteignant une durée d'un ou plusieurs centièmes de seconde.

» Ainsi la cessation de l'excitation lumineuse produit une réaction négative de la rétine, de même que la naissance de l'excitation lumineuse produit la réaction négative que j'ai mise en évidence sous le nom de *bande noire*. La période noire de clôture, comme la période noire de l'excitation commençante, est instantanée, mais elle en diffère par sa longueur généralement plus grande, et par sa variabilité. Elle peut enfin, dans certains cas, affecter, comme la bande noire initiale, une forme oscillatoire multiple, car j'ai pu voir se produire, surtout avec la lumière bleue, des images récurrentes doubles et même triples, d'intensité décroissante, et séparées par des intervalles sombres.

» Il y a intérêt à rapprocher ces faits des réactions électriques connues que donnent sur la rétine la naissance et la cessation de l'excitation lumineuse : dans les deux cas, on observe une réaction momentanée et généralement inverse de celle qui se produit pendant que dure l'action de la lumière. De là à les rapporter à des phénomènes d'induction, il n'y a qu'un pas, d'autant plus que la structure actuellement connue du système nerveux, où les éléments d'un même circuit communiquent par voie de contiguïté et non de continuité, rend infiniment probable la production fréquente, sinon habituelle, d'actions induites entre les éléments successifs d'une voie nerveuse donnée. C'est là un point de vue évidemment tout conjectural, que je ne puis qu'indiquer ici en passant, me réservant de le développer ailleurs. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le carpe des Anoures.* Note de M. **A. Perrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Depuis que Dugès fit paraître, en 1834, ses *Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens aux différents âges,* bien des naturalistes se sont efforcés de trouver des homologies entre le carpe des Anoures et celui des autres Vertébrés. Six théories, nées de ces recherches, ont conduit à des résultats différents, bien que les méthodes employées fussent à peu près les mêmes.

» Dugès et Ecker comparaient directement la main de l'Anoure à celle de l'Homme; leurs successeurs ont plutôt essayé de rapprocher le carpe de l'Anoure du tarse de ces Batraciens ou du carpe des Urodèles. Les

uns, comme Gegenbaur, ont simplement étudié le squelette de l'adulte; d'autres, comme Born, Horves, Ridewood et Emery, ont fait, en outre, des recherches embryologiques afin de découvrir, dans les premières phases du développement, un stade où le carpe de l'Anoure ressemble à celui de l'Urodèle. Cette dernière méthode, sur laquelle on avait fondé de légitimes espérances, n'a pas donné les résultats attendus. Même chez les très jeunes larves la disposition de la main appartient franchement au type Anoure et ne rappelle que très peu celle des Urodèles. Par suite, ces différentes méthodes se réduisent à une seule : comparer, tant au point de vue du nombre des os qu'au point de vue de leurs positions, le carpe des Anoures à celui des autres Vertébrés.

» La méthode que j'ai suivie diffère de celle de mes prédécesseurs, et m'a conduit à d'autres résultats. Partant de ce principe que les organes homologues ont entre eux des rapports constants, j'ai cherché à établir l'homologie des os en déterminant celle des muscles qui s'y insèrent. Je me suis également servi de la position d'un foramen vasculaire que l'on trouve dans le carpe et le tarse des Urodèles et dans le carpe des Anoures. Il est évident que le vaisseau, qui passe ainsi de la face inférieure à la face supérieure du membre, est homologue dans les deux ordres de Batraciens.

» Voici les résultats de ma méthode. Les doigts de la main sont au nombre de cinq chez les Anoures : le plus interne est un præpollex homologue du præhallux du pied, les quatre suivants sont des doigts proprement dits, homologues de ceux de la main chez les Urodèles. Le carpe se compose de deux rangées d'os : la rangée proximale en contact avec l'antibrachium comprend un radial, un intermédiaire et un ulnaire. Les os de la rangée distale ou carpaliens, qui s'articulent avec les métacarpiens, sont au nombre de cinq : celui du præpollex et ceux des quatre doigts proprement dits. Par suite de la soudure des carpaliens externes, cette rangée distale ne comprend que trois os chez les Rana et les Bufo.

» Ainsi le squelette de la main chez les Anoures diffère du squelette de la main chez les Urodèles par l'absence d'un central libre et par la présence d'un doigt supplémentaire. C'est une particularité de même nature qui distingue le squelette du pied dans les deux ordres de Batraciens. »

SYLVICULTURE. — *De la formation des duramens dans les essences feuillues.* Note de M. **Emile Mer**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Le nom de *duramen* ou bois parfait a été donné à la région centrale du tronc des arbres appartenant à certaines essences du groupe de celles

dites à bois dur. Le bois parfait se distingue de l'aubier par une supériorité de qualités industrielles ainsi que par une coloration brune plus ou moins accentuée. Sa constitution diffère à plusieurs égards de celle de l'aubier. Ainsi, il ne renferme plus d'amidon, la proportion de substances albuminoïdes et de cendres y est moindre et la composition de ces dernières est un peu modifiée; mais c'est surtout par une imprégnation plus forte de tanin que se caractérise le bois parfait; c'est cette imprégnation qui lui donne les qualités auxquelles on attache un si haut prix. Il était donc intéressant de rechercher comment elle se produit.

» J'ai pris comme sujet d'étude le chêne, celle de toutes les essences françaises dont le bois parfait est le plus apprécié et auquel, dans la pratique, ce terme a de tout temps été plus spécialement consacré. Pour étudier la marche du phénomène, je me suis servi des réactifs microchimiques ordinaires du tanin : perchlorure de fer et bichromate de potasse, le premier colorant en bleu et le second en brun les éléments atomiques qui renferment du tanin, avec d'autant plus d'intensité que la proportion de ce corps est plus forte. Voici ce que j'ai observé sur des coupes transversales prélevées de la périphérie vers le centre, sur une rondelle débitée dans le bas du tronc d'un chêne de cinquante ans.

» *Aubier.* — Les cellules du parenchyme ligneux et des rayons médullaires renferment de nombreux grains d'amidon. Le bichromate de potasse donne une légère coloration au contenu liquide des cellules formant les rayons médullaires. Cette coloration s'accentue un peu dans les couches les plus anciennes de ce tissu, celles qui avoisinent le bois parfait; ce qui indique la présence, dans ces éléments, d'une proportion de tanin assez faible d'abord, puis devenant un peu plus forte, quand l'aubier vieillit.

» *Duramen.* — Dès la première couche annuelle formée de duramen, l'amidon a complètement disparu des cellules radiales et ligneuses, mais en revanche la proportion de tanin a sensiblement augmenté dans les premières et parfois cette substance apparaît dans les secondes. En même temps la paroi des fibres et des vaisseaux, que les réactifs ne parvenaient pas à colorer dans l'aubier, commence à se teinter légèrement sous leur action; preuve qu'une certaine quantité de tanin s'y est déjà fixée. Dans les couches suivantes, cette coloration des parois fibreuses s'accentue, mais souvent d'une façon irrégulière; à côté de fibres fortement colorées, on en voit qui le sont encore à peine. Enfin, dans beaucoup d'entre elles, le lumen brunit et même d'une manière plus vive que la paroi. Du tanin y a donc pénétré. Dans les couches plus âgées encore (la huitième ou la dixième à partir de la périphérie du duramen) l'aspect se modifie. Tandis que, sous l'influence des réactifs, la coloration des parois vasculaires et fibreuses est plus prononcée, un certain nombre de cellules appartenant au parenchyme ligneux et aux rayons médullaires restent incolores. Il en est de même pour le lumen des fibres. Le tanin tend donc à quitter les cavités des éléments pour se fixer sur leurs parois et surtout sur celles des fibres. Ce changement dans la répar-

tition du tanin s'accentue à mesure que le tissu devient plus âgé, et il arrive un moment où le parenchyme ligneux ainsi que les rayons ne se colorent plus par les réactifs, tandis que les parois des fibres se colorent, au contraire, d'une manière plus intense. L'aspect que présentent les préparations est alors presque complémentaire de celui qu'elles offrent dans les couches les plus jeunes du bois parfait : le tanin, d'abord concentré dans les tissus parenchymateux, s'est localisé dans le tissu fibreux. L'apparence reste ensuite sensiblement la même jusque dans les couches centrales. Toutefois la coloration des parois fibreuses par les réactifs devient de plus en plus vive, ce qui prouve que le tanin continue à s'y accumuler. C'est à peine si quelques cellules radiales se colorent encore çà et là.

» Les observations qui précèdent peuvent être interprétées ainsi :

» Le tanin, rare dans l'aubier, ne s'y trouve que dans les rayons. A un certain moment, qui coïncide avec la disparition de l'amidon, il y devient abondant. De là, il se répand dans les tissus voisins pour se fixer sur les parois des vaisseaux et surtout sur celle des fibres qui, dans le chêne, ont pour lui une grande affinité. Mais, comme dans ces couches externes, il se produit en plus forte proportion qu'il n'est fixé, l'excédent se déverse dans le lumen de ces fibres. Le tanin parvenant ensuite aux couches anciennes en plus faible quantité, soit parce qu'il y est formé moins activement, soit parce que la majeure partie en est accaparée par les couches plus jeunes, les lumens de tous les éléments se vident au profit des parois fibreuses. Celles-ci fixent ensuite cette substance, à mesure qu'elle apparaît dans les rayons qu'on doit considérer comme les organes conducteurs ou, peut-être même, producteurs du tanin. L'imprégnation des parois fibreuses se poursuit lentement pendant de nombreuses années; aussi la coloration que leur communiquent les réactifs est-elle d'autant plus vive que la couche est plus âgée.

» Une fois fixé sur les membranes, le tanin s'oxyde peu à peu; ce qui donne au bois parfait la teinte brun roux qui le caractérise. Celle-ci s'accentue avec l'âge parce que l'imprégnation et l'oxydation continuent à s'exercer.

» C'est, à la fois, à la grande quantité de tanin qu'il renferme et à l'énergie avec laquelle ses fibres le fixent que le bois parfait du chêne est redevable des qualités qui le distinguent, non seulement de son aubier, mais encore du bois parfait des autres essences indigènes (orme, robinier, noyer, etc.).

» Certaines essences à bois dur (hêtre, charme, frêne, érable) et *a fortiori* celles à bois tendre (tilleul, peuplier) passent pour n'avoir pas de duramen. Toutefois, dans les unes et les autres, on distingue toujours une

région centrale plus colorée que la région périphérique. La différence, pour être souvent peu prononcée, n'en est pas moins réelle, comme on peut en juger par le Tableau suivant, indiquant la quantité centésimale de tanin qu'on rencontre dans les diverses parties du bois.

	Région périphérique.	Région intermédiaire.	Région centrale.
Hêtre âgé de plus de 100 ans.....	0,658	0,790	0,921
Autre hêtre plus jeune..........	0,319	0,461	0,461
Charme de 40 ans...............	0,461	»	0,651

» Toutes les essences feuillues doivent donc être considérées comme ayant un bois parfait plus ou moins caractérisé. »

BOTANIQUE. — *Une nouvelle station du* Pin Laricio *en France, dans le Gard.* Note de M. G. **Fabre**, présentée par M. Bornet.

« L'étude de la répartition des espèces végétales qui ont une aire d'habitation disjointe présente toujours un réel intérêt, parce qu'elle permet souvent de saisir sur le vif les causes qui ont amené le recul de l'espèce et son cantonnement actuel. L'intérêt augmente quand il s'agit d'un grand végétal arborescent, que les déprédations de l'homme ont contribué à reléguer en quelques stations isolées. C'est à ce titre qu'il convient de signaler une station nouvelle du *Pinus Salzmanni* (Dunal).

» On sait que cette variété du Pin Laricio n'est connue jusqu'ici qu'en deux points des Cévennes du Languedoc : les environs de Bessèges (Gard) et les montagnes de Saint-Guilhem-le-Désert (Hérault). Dans la première localité, le Pin est répandu sur une aire d'une vingtaine de kilomètres carrés et y forme des massifs forestiers de plusieurs centaines d'hectares; il est, du reste, exclusivement stationné sur les grès et poudingues de l'étage houiller. Dans la seconde localité, l'aire est plus réduite; elle se borne à 10^{kmq} et ne comprend guère que la forêt communale de Saint-Guilhem-le-Désert; la station est localisée sur les sables et rochers dolomitiques du terrain jurassique moyen.

» 80^{km} en ligne droite séparent l'une de ces stations de l'autre; pas un seul pied de Pin Laricio n'avait été signalé jusqu'ici dans ce long intervalle. Mais nous venons de découvrir en pleine Cévenne, à 10^{km} nord d'Anduze, sur le territoire de la commune de Mialet et aux environs du

col d'Uglas, tout un petit recoin de 70 à 80 hectares d'étendue, où le *Pinus Salzmanni* prospère à l'état spontané. On est là aux altitudes comprises entre 400^m et 500^m, sur un sol de grès grossier appartenant au terrain triasique et sur des pentes fortes, généralement exposées au sud, qui déversent leurs eaux torrentielles dans le lit du Gardon. Ces versants de montagne sont garnis d'une végétation arbustive ou forestière serrée : *Quercus Ilex, Pinus sylvestris, Erica arborea, Sarothamnus scoparius*, etc.; partout où le sol rocheux a pu être défriché, il a été complanté en Châtaigniers.

» C'est probablement grâce à l'absence totale de routes dans ce pays, au relief très âpre, que les Pins ont pu échapper aux convoitises des paysans et subsister jusqu'à ce jour. Les plus gros, âgés de 70 à 80 ans, n'ont pas plus de 10^m de haut et $0^m,90$ de tour; la grande majorité des pieds est d'âge et de dimensions bien plus modestes, et déjà cependant ils offrent une cime aplatie touffue, qui annonce un arrêt complet dans l'accroissement en hauteur. On retrouve ici les formes en boule ou en parasol qui sont si caractéristiques sur les rochers des environs de Bességes et de Saint-Guilhem, et qui indiquent une adaptation pénible de l'espèce aux mauvaises conditions actuelles de sa station; on pourrait en conclure *a priori* sa faible résistance aux causes de destruction et une infériorité réelle dans la lutte pour l'existence. On en a une preuve certaine par le recul considérable du Pin Laricio de Bességes devant les envahissements du Pin maritime introduit de main d'homme vers 1840 et doué d'une végétation rapide et vigoureuse. On peut prévoir que, dans cette région des Cévennes, une période de deux siècles au plus suffira pour amener la disparition complète du *Pinus Salzmanni*, reste déchu de l'ancienne flore pliocène et quaternaire du Languedoc. »

GÉOLOGIE. — *Glaciers pliocènes dans les montagnes d'Aubrac.* Note de M. G. FABRE, présentée par M. Daubrée.

« Dès 1873 (1), nous avons signalé l'existence de dépôts glaciaires étendus dans la haute vallée du Bèz, sur le versant septentrional du massif des montagnes d'Aubrac, dans les départements de la Lozère et du Cantal. Nos dernières explorations permettent de préciser les faits.

---

(1) *Comptes rendus*, 18 août 1873.

» Une étendue de 250^{kmq} paraît avoir été occupée jadis dans le bassin supérieur du Bèz par un vaste glacier. La ceinture gauche de ce bassin est constituée par le verdoyant plateau basaltique d'*Aubrac* (1350^{m} à 1471^{m}), tandis que la ceinture droite dépend entièrement du massif granitique du Gévaudan, qui s'y étale en arides et monotones croupes ondulées, entre 1200^{m} et 1350^{m} d'altitude. Cette diversité de constitution géologique entre les deux parties du bassin contribue à donner ici aux phénomènes glaciaires une remarquable netteté. Ainsi, sur les nappes basaltiques du *Mont-Peyroux* (1300^{m}) on trouve épars des blocs erratiques de granite, atteignant plus de 4^{mc} et venus de la montagne du *Faltre* (1326^{m}).

» Dans la partie droite du bassin, les moraines sont, comme on devait s'y attendre, plus exclusivement granitiques, et comme telles, de nature sableuse; elles ont été parfois remaniées par les eaux courantes, à l'époque de fusion du glacier, et elles ont ainsi donné naissance à de vastes dépôts de sables granito-basaltiques parfaitement lavés et irrégulièrement stratifiés (Usanges, Rieutord, Rieutortet). Mais la position même de ces moraines est très curieuse : elles débordent presque partout au delà des limites hydrographiques du bassin du Bèz, et s'épanchent à 1200^{m} d'altitude, par-dessus les bords de la cuvette granitique, jusque dans le bassin de la Crueize, affluent du Lot. Malgré cette nature essentiellement granitique des dépôts glaciaires de la moitié droite du bassin du Bèz, les blocs erratiques de basalte n'y sont pas rares, souvent polis, parfois même striés; citons seulement un bloc de 3^{mc}, perché à 1215^{m} d'altitude, au sommet de la butte granitique de *Gramont*, point culminant de la région dans la commune Recoules-d'Aubrac.

» Sur toute la partie granitique du territoire de cette commune, les mamelons sont émoussés, arrondis, *moutonnés* sur leurs faces tournées au sud-ouest vers les crêtes d'Aubrac, tandis qu'ils sont escarpés et rugueux sur l'autre versant. Les sommets rocheux et aplanis de ces mamelons offrent de larges surfaces de polissage, souvent burinées et striées dans la direction nord-nord-est, perpendiculaire à la ligne de faîte générale de l'Aubrac, qui est aussi la direction générale de la vallée du Bèz. On a donc ici la preuve que l'écoulement de l'ancien glacier n'était pas sous la dépendance du réseau hydrographique actuel; d'où il faut conclure que le creusement des vallées actuelles est en partie postérieur au phénomène glaciaire.

» La même conclusion s'impose encore plus forcément à l'esprit quand on étudie le versant sud-ouest des montagnes d'Aubrac. Là, pendant plus

de 20^{km}, tous les hauts plateaux, depuis les crêtes jusqu'à l'altitude de 1100^m ou 1150^m, sont parsemés d'énormes blocs erratiques de basalte gris vacuolaire, très faciles à distinguer de la roche basaltique du sol en place, roche noire très dense qui passe à la labradorite. Mais dès qu'on quitte les plateaux pour descendre dans les versants des pittoresques gorges des *Boraldes*, toute trace de glaciation disparaît; la topographie même des lieux s'oppose à ce que l'on puisse concevoir des nappes de glace descendant des hauts sommets et n'occupant que les plateaux au détriment des vallées; le plateau de Servières, au-dessus de Saint-Chely d'Aubrac est particulièrement instructif sous ce rapport.

» La grandeur des phénomènes glaciaires dans l'Aubrac a lieu d'étonner, quand on songe que les autres massifs montagneux du Gévaudan (Margeride et mont Lozère) bien que d'altitude plus grande, sont à peu près vierges de toute trace de glaciers. Mais il convient de noter que ces massifs sont granitiques, très anciens dans l'histoire du globe, et qu'ils avaient certainement déjà acquis à l'époque tertiaire leur relief aplati et leurs formes orographiques émoussées actuelles. L'Aubrac, au contraire, devait être alors couronné par une série de hauts cônes volcaniques de scories tout fraîchement sortis de terre, et constituant de puissants condensateurs pour la neige; leurs pentes raides, s'élevant à 1900^m ou 2000^m d'altitude, devaient largement suffire pour alimenter une épaisse nappe de glace s'écoulant vers le nord nord-est suivant la ligne de la plus grande pente du massif. Tous ces cônes ont aujourd'hui disparu, rabotés et usés par les glaciers qu'ils avaient eux-mêmes provoqués; on n'en trouve plus que des lambeaux ou témoins épars sous forme de placages de scories rouges en couches fortement inclinées.

» La haute antiquité de cette formation glaciaire des plateaux d'Aubrac est attestée par son antériorité au creusement définitif des vallées; aussi convient-il de la rapporter au pliocène supérieur, comme les formations analogues du versant ouest du Cantal et du mont Dore. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques anomalies de la température des sources.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai établi, dans une précédente Note ([1]), « qu'il n'est pas exact de « considérer la température des cavités souterraines naturelles et de leurs

([1]) *Comptes rendus*, 12 mars 1894.

» eaux comme universellement égale à la température moyenne annuelle » du lieu ». Ma huitième campagne souterraine (juillet-août 1895), en Angleterre et en Irlande, confirmant certaines observations déjà recueillies dans le Jura (¹), m'a montré que des restrictions du même genre doivent être faites, en ce qui concerne la température des sources elles-mêmes; j'y ai trouvé, en effet, plusieurs sources dont la température ne correspond nullement à la moyenne annuelle du lieu. Leurs anomalies, il est vrai, me semblent aisées à expliquer.

» En Irlande, près d'Enniskillen, la source de *Marble-Arch* marquait 11°,8 C. le 16 juillet 1895, soit 3°,3 C. de plus que la moyenne du lieu qui est de 8°,5; cela tient à ce que ses eaux sont la réapparition d'une rivière, engloutie à 1^{km} en amont : or cette rivière a suffisamment coulé (6^{km}) à l'air libre, où elle est née, pour s'en assimiler la température (14°,5 à la perte le même jour); et elle n'est pas enfouie assez longtemps, au contraire (²), pour s'abaisser, en été du moins, jusqu'à celle des couches mêmes du terrain, qui ne subissent point l'influence des variations extérieures.

» Cette explication est d'autant plus plausible que, non loin de Marble-Arch, et à même altitude, la puissante source d'*Arch-Cave*, formée, non point par la réapparition d'un ruisseau perdu à petite distance, mais par les infiltrations de tourbières très étendues au-dessus d'un vaste plateau, possède, au contraire, une température égale à la moyenne, 8°,5 (15 juillet); ses eaux, voyageant beaucoup plus longtemps sous la terre qu'à l'air libre, ne peuvent accroître le degré thermique de la source, faute de s'être elles-mêmes, en été, réchauffées au dehors.

» Les observations suivantes confirment ce qui précède.

» Les sources de *Cong* (Irlande occidentale), sont à 16° (18 juillet), malgré une moyenne annuelle de 9° à 10°, parce qu'elles proviennent souterrainement du grand et peu profond lac *Mask* (à 4^{km} de distance), dont la vaste surface est très échauffée par le soleil estival.

» En Angleterre, dans le Derbyshire, à *Castleton*, trois sources, au pied de la caverne du *Peak*, échelonnées sur 100^{m} de longueur seulement, marquent (27 juillet) l'une 8°C. (normale), les deux autres 9°,3 C. (anormales). Il est clair que, bien que si rapprochées, elles ont une origine différente.

(¹) Voir *Les abîmes*, p. 561.

(²) J'ai découvert et parcouru la moitié environ de son cours souterrain, dans une vaste et grandiose galerie, analogue à celles de la Piuka d'Adelsberg (Autriche).

» Dans le Yorkshire, sur les pentes sud-est de la montagne d'*Ingleborough*, à la date du 1[er] août 1895, l'abîme de *Gaping-Ghyll* (1) absorbe le ruisseau de *Fell-Beck*, à 12°, et le rend 1600m plus loin et 150m plus bas, à 9°, 8, par la grotte d'Ingleborough; or, les flaques d'eau de suintement de cette dernière, alimentées par les seules infiltrations de la montagne, ne sont qu'à 8°, 3 C., égales à la température moyenne du lieu.

» Sur le flanc ouest d'Ingleborough, la caverne de *Weathercote* renferme deux cascades souterraines : l'une est à 8°, 5 parce qu'elle provient d'autres cavernes éloignées; l'autre est à 10°, 4, parce qu'elle tire son origine d'un ruisseau superficiel, enfoui seulement à 850m de distance.

» Il est certain qu'en hiver un renversement complet se produirait dans les différences de ces températures, l'eau venant des parties découvertes glacées devant se trouver plus froide que celle des suintements. Ainsi, non seulement il faut amender un peu ce principe que « les sources (non » thermales, bien entendu) fournissent, en général, une bonne indica- » tion de la température moyenne du lieu où elles émergent (2) », mais encore la conclusion pratique suivante peut être tirée, semble-t-il, des observations qui précèdent : si la température d'une source paraît inférieure en hiver et supérieure en été à la moyenne température annuelle du lieu, c'est qu'elle n'est pas intégralement formée sous terre; c'est qu'elle provient, en grande partie du moins, d'un ou plusieurs ruisseaux aériens, assez longtemps exposés aux variations superficielles et trop brièvement enfouis en terre pour y équilibrer leur degré thermique. Une telle indication serait précieuse, en mainte occasion, pour bien déterminer la correspondance entre une source et une rivière perdue en amont, et, par conséquent, pour sauvegarder celle-ci contre toutes causes de contamination transmissibles à la perte même (3). »

PHYSIQUE. — *Sur la production mécanique des temperatures extrêmes.* Note de M. **E. Solvay**, présentée par M. L. Cailletet.

« Dans une Note dont l'Académie a bien voulu autoriser l'insertion (*Comptes rendus*, 30 décembre 1895), je dis, à propos d'expériences exé-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 6 janvier 1896.

(2) Voir Daubrée, *Eaux souterraines actuelles*, t. I, p. 421, et de Lapparent, *Géologie*, 3[e] édition, p. 193.

(3) Voir *Comptes rendus*, 21 mars 1892.

cutées en 1888 pour arriver à la liquéfaction des gaz : « Je ne fis pas usage, et c'est un tort, des enveloppes vides d'air, qui constituent le meilleur moyen connu de restreindre la déperdition et dont l'application à la science frigorifique est due à M. Louis Cailletet. »

» J'avais en effet pu constater, comme d'autres, en 1883-84, les avantages de ces enveloppes, par des expériences auxquelles M. Cailletet m'avait fait assister dans son laboratoire, alors qu'il s'occupait du formène; je n'en fis pas usage, pas plus que de hautes pressions et d'une force motrice élevée, en raison du caractère industriel de mes expériences et parce que je voulais conserver la plus grande simplicité à mon premier dispositif.

» J'ai connu plus tard l'usage fait par M. le professeur Dewar de semblables enveloppes, mais j'ai ignoré jusqu'ici que M. Cailletet n'avait pas signalé dans ses publications l'emploi qu'il avait fait des enveloppes susdites, de même que j'ignorais que des enveloppes de cette nature eussent été employées il y a vingt-trois ans par M. J. Dewar dans des expériences de calorimétrie.

» Je tiens à faire cette déclaration à l'Académie, afin de bien établir ma situation dans une question où des revendications de priorité, dans lesquelles je n'ai pas à intervenir, pourraient se faire jour. »

M. **Chabert** adresse la description suivante d'un bolide observé à Chambéry :

« Aujourd'hui, 6 janvier, à $5^h 15^m$ du soir, un bolide a passé au-dessus de Chambéry. Dirigé du nord-est au sud-ouest, il avait la forme d'un fuseau allongé et pointu; quand je le vis, la partie antérieure était blanche; le corps, d'un bleu de ciel, très vif et éclatant; tout le bolide devint ensuite bleu, puis le bleu pâlit, pendant que la partie postérieure devint violette; enfin il parut d'un vert d'émeraude en avant, tout en restant violet en arrière. Ces diverses colorations, très tranchées et très brillantes, se succédèrent avec une extrême rapidité. Après un trajet d'une durée de vingt-cinq à trente secondes, le bolide s'éteignit en plein ciel, sans étincelles ni détonation. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Marcel Bertrand,* dans la Section de Minéralogie, en remplacement de M. Pasteur.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Marcel Bertrand** prend place parmi ses confrères.

GÉOMÉTRIE. — *Sur deux invariants nouveaux dans la théorie générale des surfaces algébriques.* Note de M. **Emile Picard**.

« La considération de nombres entiers, présentant le caractère d'invariance pour toute transformation birationnelle d'une surface algébrique,

présente le plus grand intérêt. Tandis que, pour les courbes algébriques, le genre riemannien est le seul invariant qu'il soit, en général, utile de considérer, il semble qu'il y ait lieu de chercher à introduire dans la théorie des surfaces, le plus grand nombre possible de tels entiers. C'est que, en effet, dans certains cas, tel de ces invariants peut perdre sa signification, comme il arrive, par exemple, pour les deux invariants de M. Nœther, désignés sous les noms de *Flächengeschlecht* et *Curvengeschlescht*. Je voudrais seulement aujourd'hui appeler l'attention sur deux invariants, dont l'étude me paraît intéressante. Ces invariants trouvent leur origine dans un problème, dont je me suis déjà occupé ici (*Comptes rendus*, 1894); mais, pour plus de netteté, je reprends complètement la question.

» 1. Soit d'abord une courbe algébrique

$$f(x, y) = 0.$$

» On peut former une fonction rationnelle $R(x, y)$ de x et y, dépendant algébriquement d'un certain nombre μ de paramètres arbitraires, et jouissant des propriétés suivantes :

» L'équation

$$R(x, y) = u,$$

où u est un paramètre arbitraire, définit μ points (x, y) de la courbe, variables avec u; de plus, on peut déterminer, et d'une manière unique, une fonction R du type précédent, de manière que, pour une valeur particulière de u, les μ points correspondants soient μ points *arbitrairement* donnés sur f. On sait que le nombre μ a un certain minimum, et ce minimum est égal à

$$p + 1,$$

p désignant le *genre* de la courbe f.

» Prenons maintenant une surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0,$$

et posons-nous un problème analogue. On peut chercher à former deux fonctions rationnelles $R(x, y, z)$ et $R_1(x, y, z)$ de x, y et z, dépendant algébriquement de 2μ paramètres arbitraires, et telles que les deux équations

$$R(x, y, z) = u,$$
$$R_1(x, y, z) = v,$$

définissent μ points (x, y, z) de la surface variables avec u et v, avec la condition que, pour ces points, le déterminant fonctionnel

$$\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v} - \frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial y}{\partial u}$$

ne s'annule pas identiquement. De plus, on doit pouvoir déterminer, et d'une manière unique, des fonctions R et R_1 du type indiqué, de manière que, pour un système particulier de valeurs de u et v, les μ points correspondants soient μ points *arbitrairement* choisis sur la surface f.

Or, *les choses ne se passent pas pour les surfaces comme pour les courbes :* on peut montrer que, en général, le problème que nous nous sommes proposé est impossible; c'est-à-dire qu'il est impossible, quel que soit le nombre μ, de faire la détermination demandée de R et R_1. Sans entrer dans la démonstration de ce théorème, je dirai seulement qu'elle résulte de ce que, quand le problème est possible, il existe sur la surface une famille de courbes algébriques dépendant de certains paramètres, le nombre de ces paramètres dépassant le genre des courbes, et ceci ne peut arriver que pour certaines classes particulières de surfaces algébriques.

» 2. Il y a donc seulement des catégories spéciales de surfaces pour lesquelles on peut se poser le même problème que pour les courbes. Sans m'arrêter ici à leur étude, qui ne présente pas de difficultés, j'envisage maintenant une surface f quelconque. Prenons deux fonctions rationnelles R et R_1 dépendant de certains paramètres arbitraires, et considérons les deux équations

$$R(x, y, z) = u,$$
$$R_1(x, y, z) = v,$$

que l'on suppose déterminer un nombre limité ρ de points de la surface, variables avec u et v, pour lesquels le déterminant fonctionnel de x et y par rapport à u et à v n'est pas identiquement nul. Soit π le nombre des points qui, parmi ces ρ points, peuvent être pris arbitrairement pour un système donné de valeurs de u et v, la différence

$$\rho - \pi$$

aura, pour toutes les fonctions rationnelles possibles R et R_1, un certain *minimum* qui sera différent de zéro, si la surface n'appartient pas à la classe spéciale dont nous avons parlé plus haut. Ce minimum est évidemment le même pour toutes les surfaces qui se correspondent d'une manière bira-

tionnelle; c'est *le premier invariant* que je voulais définir : désignons-le par D.

» Nous allons lui adjoindre un second invariant. Considérons toutes les fonctions rationnelles R et R_1 pour lesquelles la différence $\rho - \pi$ atteint le minimum D; pour ces fonctions, le nombre ρ aura un minimum qui jouit aussi de la propriété d'invariance. En désignant par r le minimum de ρ dans les conditions indiquées, le nombre r est *le second invariant*, sur lequel je voulais appeler l'attention.

» Il est clair que l'on peut faire la même recherche pour une courbe. Dans ce cas, le premier invariant D a, pour toutes les courbes, la valeur zéro, et quand au second on a

$$r = p + 1,$$

p étant le genre de la courbe.

» Au point de vue où je viens de me placer, le fait que pour les surfaces D est en général différent de zéro constitue une différence essentielle entre la théorie des courbes et celle des surfaces. Je me propose de montrer bientôt l'importance des nombres D et r dans l'étude d'un système de relations différentielles attaché à la surface, système qui semble devoir jouer le même rôle que les intégrales de première espèce dans l'étude des courbes algébriques. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'entretien du mouvement du pendule sans perturbations.* Note de M. G. Lippmann.

« 1. On sait qu'un pendule attelé à une horloge n'oscille pas avec la même régularité que s'il demeurait libre : les forces de frottement et les impulsions transmises au pendule par l'ancre qui lui est attachée modifient son mouvement et produisent des perturbations toujours appréciables.

» Dans les horloges de précision on a recours à un palliatif : par une construction habile du rouage on arrive à rendre la perturbation sensiblement constante, et à retrouver une marche sensiblement uniforme à une fraction de seconde près par jour. Ce résultat fait honneur aux constructeurs. Il semble même que l'efficacité du palliatif ait fait négliger de chercher le remède, c'est-à-dire la suppression des perturbations. Le présent travail a pour objet de montrer que cette suppression est possible; qu'il serait peut-être même plus facile de faire disparaître les perturbations que de les maintenir constantes.

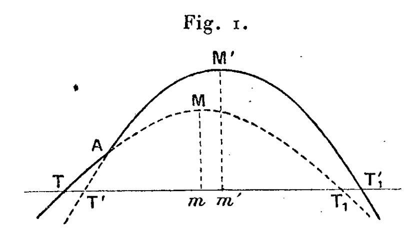
» 2. Soit un pendule oscillant librement. Supposons qu'en un point A quelconque de sa course on lui applique une force instantanée destinée à compenser l'amortissement. Il faut que la direction de l'impulsion soit celle même de la vitesse au moment de l'action; sa grandeur d'ailleurs est définie par la valeur de l'amortissement qu'elle compense. Le problème est donc déterminé. Si le point A est quelconque, l'analyse montre qu'il y a perturbation. Il y a deux cas à considérer : si l'impulsion a lieu pendant la descente, alors que la vitesse et la force sont dirigées vers la verticale, l'impulsion produit une avance. Dans le cas contraire, si l'impulsion a lieu au point A pendant la montée, il se produit un retard. Si le point A se déplace en passant par la verticale, la perturbation change de signe en passant par zéro. D'où la proposition suivante :

» *Pour qu'une impulsion instantanée, considérée isolément, ne produise aucune perturbation, il faut et il suffit qu'elle ait lieu exactement au moment où le pendule passe par sa position d'équilibre.*

» Pour entretenir le pendule, une impulsion isolée ne suffit pas; il importe donc de considérer également les actions de deux impulsions consécutives. Supposons que deux impulsions *égales* aient lieu en un *même* point A, l'une à la montée, l'autre à la descente. L'une produit un retard, l'autre une avance; l'analyse montre que ces perturbations sont *égales et de sens contraire.*

» 3. Pour démontrer les propositions précédentes, portons, sur deux axes rectangulaires, en abscisses les temps, en ordonnées les élongations d'un pendule libre. La courbe figurative du mouvement est TMT_1, très peu différente d'une sinusoïde (*fig.* 1). Une force instantanée agissant en A

Fig. 1.

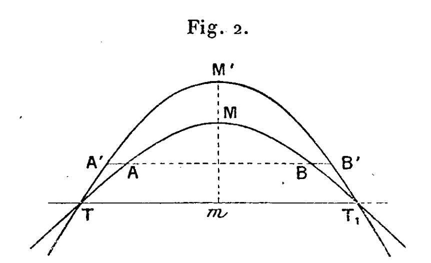


change la trajectoire du point figuratif qui, à partir de ce moment, parcourt l'arc $AM'T'_1$ d'une courbe dont les ordonnées sont $1+\varepsilon$ fois plus grandes que celles de la première; ε étant l'amortissement. Tout se passe donc, à partir du point A, comme si le pendule avait passé par la verticale au moment T' différent de T : la perturbation est le retard mesuré par TT'.

» Déplaçons la courbe M' parallèlement à elle-même, d'une quan-

tité égale à TT′, de façon que les points T′, T'_1 se confondent avec T, T_1 (*fig.* 2). Dès lors le point A de la première figure se dédouble en une corde AA′ égale à TT′. Les deux courbes de la *fig.* 2 étant tracées, il suffit de mener une droite d'ordonnée y pour construire la perturbation qui

Fig. 2.



correspond à une impulsion qui a lieu à la distance y de la verticale; cette perturbation est mesurée par la longueur du segment A′A intercepté. Le second segment BB′, égal et de sens contraire au premier, représente la perturbation à la descente.

» L'expression de la perturbation s'obtient par un calcul très simple. Il suffit d'écrire l'expression de l'élongation du pendule amorti; de développer le second membre en série, afin de négliger les termes du second degré par rapport au temps t, et de résoudre par rapport à t; enfin de différentier l'expression de t par rapport à l'amplitude a. On obtient ainsi pour la perturbation θ l'expression

$$\theta = \frac{1}{2\pi} T \frac{y}{a} \mu,$$

T étant la période, μ l'amortissement.

» Cette formule donne d'abord les théorèmes énoncés plus haut; elle indique en outre que θ est proportionnel à l'amortissement μ.

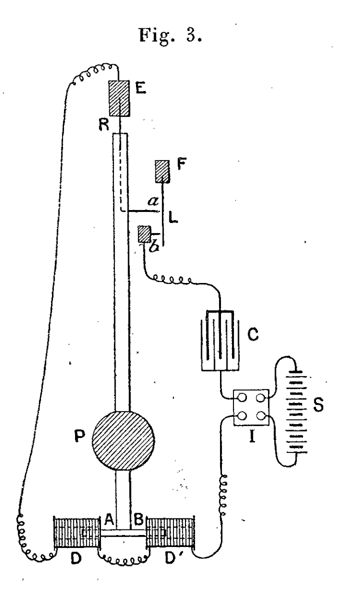
» Il est donc avantageux de laisser le pendule osciller librement, de ne pas augmenter, de diminuer même autant que possible l'amortissement. On remarquera que l'on peut à la fois faire tendre y vers zéro et obtenir la compensation entre deux perturbations consécutives; ces deux perturbations restent égales et de sens contraire, tout en tendant isolément vers zéro.

» 4. Par quels dispositifs peut-on réaliser une série d'impulsions instantanées, égales, s'exerçant sur un pendule en un point déterminé de sa course? On peut avoir recours soit à un dispositif électrique, que j'ai

construit et qui fonctionne, soit à un dispositif mécanique, que je me bornerai à indiquer sommairement parce qu'il n'a pas été essayé ([1]).

» Le dispositif électrique que j'ai réalisé et qui fonctionne régulièrement est représenté par la figure théorique (*fig.* 3). Les actions utilisées

Fig. 3.



sont, non pas des courants en circuit fermé, mais des charges et décharges d'électricité statique.

» Un condensateur C (microfarad) est mis périodiquement en relation avec les pôles d'une pile ouverte S. Il se charge à refus, d'une manière sensiblement instantanée. Un inverseur I, qui fonctionne périodiquement, intervertit les communications avec la pile S et, par suite, le signe de la charge du condensateur. Les charges et décharges ainsi produites traversent les bobines D et D', à l'intérieur desquelles est suspendu le barreau aimanté AB fixé au pendule. Le système du barreau mobile dans une

([1]) Un rouage est muni d'un régulateur continu : l'un de ses axes A fait $1 + \varepsilon$ tour pendant une oscillation complète du pendule, ε étant une petite fraction toujours positive. Cet axe est perpendiculaire au plan d'oscillation et il porte à frottement doux une petite aiguille ou came a. La tige du pendule, vers sa partie inférieure, porte une petite palette p, qui lui est fixée et qui fait un angle α avec la verticale. L'axe A est placé de telle sorte que, lorsque l'aiguille a est horizontale, son extrémité soit en prise avec la palette p, le pendule étant à ce moment vertical. Cette coïncidence, une fois produite, se renouvelle à chaque oscillation ; le petit excès de vitesse ε produit un choc léger qui entretient le pendule.

bobine a été employé, on le sait, par notre confrère M. Cornu. Ce barreau reçoit donc une série d'impulsions alternativement positives et négatives, de même durée que les charges et décharges statiques qui leur donnent naissance.

» Le moment du phénomène est déterminé par le contact d'un doigt métallique *a*, fixé au pendule, avec un ressort L, qui est un léger fil de platine. L bat contre le contact fixe *b*, et forme pont entre les contacts *a* et *b*, fermant ainsi le circuit de charge C*ba*REDD'. Le moment de cette fermeture est parfaitement déterminé ; c'est celui où il y a contact à la fois en *a* et *b* ; à ce moment, le moindre recul du pendule vers la gauche empêche le contact en *a*, son moindre mouvement vers la droite empêche le contact en *b*, de sorte qu'à l'aller et au retour le pont fonctionne pour la même position du pendule.

» La précision est d'autant plus grande que le ressort L est un mince fil de platine qui produit des contacts très légers ([1]).

» L'égalité des impulsions, alternativement positives et négatives, est assurée; en effet, la grandeur de chaque impulsion ne dépend que de la quantité d'électricité mise en jeu; la qualité des contacts, la résistance du circuit n'interviennent pas; la force électromotrice de la pile et la capacité du condensateur sont seuls en cause. Or, ces éléments ne varient pas pendant une seconde, et surtout leur valeur moyenne, pendant une série de secondes d'ordre pair, est certainement la même que pendant les secondes intercalaires d'ordre impair.

» Il n'y a pas d'étincelles de rupture, car, le condensateur se chargeant à refus, l'équilibre électrique s'établit, et la rupture a lieu sur un circuit sans courant.

» En fait, l'appareil que j'ai sommairement installé sans l'aide d'un constructeur, à la Sorbonne, a toujours fonctionné régulièrement. »

([1]) La *fig.* 3, purement théorique, montre, pour plus de clarté, les contacts *a* et *b* ouverts à la fois. En réalité, le fil L ferme toujours par élasticité le contact L, sauf quand il est lui-même touché et soulevé en *a*. Une vis micrométrique permet de déplacer horizontalement le contact fixe *b*; on le règle de façon qu'il se produise quand le pendule est vertical. Enfin, la portion du fil L qui sert de pont entre *a* et *b* est assez réduite pour que cet élément de longueur du fil puisse être regardé comme inflexible.

Comme source S, à potentiel constant, j'ai utilisé une prise de lampe à incandescence sur les fils du secteur (110 volts). Par suite, la valeur moyenne du courant utilisé était de $2 \times 0^{\text{amp}},000110$.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la circulation de l'air dans le sol;* par MM. P.-P. Dehérain et Demoussy.

« Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'intérêt que présente l'étude de la circulation de l'air dans le sol; si l'atmosphère ne s'y renouvelait pas très vite, elle perdrait l'oxygène qu'elle renferme, et les racines, puis les plantes, ne tarderaient pas à périr; aussi, bien que ce sujet ait été abordé déjà à diverses reprises, et notamment dans ces dernières années, par MM. Schlœsing, nous avons jugé utile de le reprendre, surtout avec l'espoir de donner, des faits observés, des démonstrations expérimentales faciles à reproduire dans les cours de Chimie agricole.

» Pour savoir avec quelle facilité l'air circule dans la terre, pour connaître sa perméabilité, nous avons construit un appareil essentiellement formé : 1° d'une allonge destinée à recevoir la terre en expériences; 2° d'une fiole dite à *filtration* sous vide, sur laquelle est fixée l'allonge au moyen d'un bon bouchon en caoutchouc; 3° d'un tube horizontal à robinets de verre relié par l'une des extrémités à la tubulure de la fiole, et par l'autre à une trompe à eau; 4° de tubes verticaux soudés sur le tube horizontal; ces tubes, d'une longueur de 85^{cm} plongent par leur extrémité inférieure dans une cuve à mercure; enfin, un petit pulvérisateur permet d'envoyer de l'eau en pluie à la surface de la terre de l'allonge.

» Le jeu de l'appareil est facile à saisir; la terre étant introduite dans l'allonge, puis, bien tassée, on actionne la trompe; si l'air passe librement au travers de la terre, il en arrive à chaque instant un volume égal à celui qu'aspire la trompe : la pression dansla fiole est égale à la pression atmosphérique et le mercure ne monte pas dans les tubes; mais si, au contraire, le passage de l'air est retardé par la difficulté qu'il rencontre à circuler au travers de la terre, le volume qui arrive à chaque instant dans la fiole est inférieur à celui qu'enlève la trompe, la pression diminue, et le mercure s'élève; il s'élève d'autant plus que la résistance au passage est plus grande et l'on conçoit que la hauteur du mercure dans les tubes puisse servir de mesure à la perméabilité de la terre mise en expériences.

» Les terres sont formées de quatre éléments : sable, argile, calcaire terreux et humus; si l'on remplit l'allonge de sable, même très fin, qu'on fasse arriver l'eau en pluie à sa surface, puis qu'on actionne la trompe, le mercure ne monte pas, la perméabilité est complète, celle de l'humus

extrait de la tourbe l'est également; mais quand l'allonge renferme de l'argile en poudre fine, les résultats sont tout différents; avant tout arrosage l'air passe déjà difficilement et le mercure commence à s'élever; quand la pluie arrive, elle ne pénètre que lentement, le pulvérisateur envoie plus d'eau qu'il n'en disparaît dans l'argile; bientôt on voit apparaître une couche d'eau au-dessus de l'argile, l'air est impuissant à franchir cette barrière, l'imperméabilité se produit et le mercure s'élève jusqu'à 74^{cm}.

» Il est très facile, à l'aide de cet appareil, de mettre dans un cours en opposition la perméabilité du sable et l'imperméabilité de l'argile et du calcaire terreux.

» Quand, au lieu d'opérer avec les éléments des terres, on met en expériences les terres elles-mêmes, on reconnaît bien vite que pour obtenir, avec le même échantillon de terre, des ascensions de mercure égales, pour trouver au passage de l'air des résistances identiques, il convient d'employer des échantillons de la même terre, de même finesse de grains et tassés de la même façon.

» Les observations ayant été ainsi régularisées conduisent aux résultats suivants :

» 1° Une terre présente, au passage de l'eau et de l'air, une résistance d'autant plus grande qu'elle est plus fine. Quand on divise, à l'aide du tamis, un même échantillon de terre en plusieurs lots de différentes grosseurs de grains, on trouve que, tandis qu'un échantillon de terre franche passant au travers du tamis n° 20, mais retenu par le tamis n° 25, est absolument perméable, il n'en est plus ainsi pour la même espèce de terre assez fine pour traverser le tamis n° 40. Habituellement il suffit de faire arriver en pluie 100^{cc} ou 150^{cc} d'eau pour qu'on voie apparaître au-dessus de la terre une couche liquide, qui s'écoule assez lentement, pour que la trompe ait le temps d'enlever tout l'air de la fiole et pour que le mercure monte à 74^{cc}. Cette imperméabilité se produit encore quand on mélange un quart ou un cinquième de terre très fine à une terre en grains plus gros.

» Dans tous les cas, on ne réussit à faire le vide que lorsque la terre est surmontée d'une couche d'eau; aussitôt qu'elle s'écoule et que l'air atteint la terre, il s'y précipite, la traverse et le mercure descend rapidement, sans retomber toutefois à son niveau primitif; la terre mouillée oppose au passage de l'air une certaine résistance, la trompe entraîne plus d'air qu'il n'en arrive au travers de la terre, le mercure reste soulevé à une certaine hauteur qui sert de mesure à la perméabilité de la terre.

» 2. Si l'on s'astreint à peser l'allonge après chaque afflux d'eau, pour savoir quelle est la quantité retenue, on tombe sur un résultat qui, au premier abord, semble paradoxal : la quantité d'eau retenue par la terre diminue à mesure que les afflux d'eau ont été plus nombreux.

» Pour comprendre comment il peut en être ainsi, il faut nous figurer la constitution d'une terre en poudre fine comme celles sur lesquelles nous opérons; la densité de cette terre est d'environ 2,5; quand on en pèse un litre tassé au maximum, on trouve environ 1^{kg},200; cette terre est donc extrêmement poreuse, elle présente de nombreux espaces vides dans lesquels de l'eau peut se loger; la quantité d'eau retenue sera d'autant plus grande que les espaces vides seront plus vastes; or, les afflux d'eau répétés les diminuent par suite d'une transformation de la terre, très bien étudiée déjà par M. Schlœsing; une molécule de terre est un petit agrégat de grains de sable cimentés par de l'argile, coagulée elle-même par les sels de chaux dissouts; si la quantité d'eau qui traverse la terre est suffisante pour enlever ces sels de chaux, l'argile se délaye, est entraînée, bouche les pores par lesquels l'air et l'eau se frayent un passage; les espaces vides se rétrécissent, la quantité d'eau retenue diminue et, du même coup, l'imperméabilité se produit.

Pour l'éviter, il faut empêcher la désagrégation des molécules de terre; or elle est due à la disparition du calcaire dissous et, si l'on en exagère la proportion, on maintiendra la terre poreuse et perméable.

» L'expérience est saisissante et très facile à montrer dans un cours. Il est bon de substituer à l'allonge un tube plus étroit, sur lequel on colle une bande de papier divisée en centimètres de hauteur, on y loge 40^{gr} de terre franche; après tassement répété à sec, ils occupent 39^{cc}, on fait arriver l'eau en pluie lentement : la terre éprouve déjà un léger tassement, elle n'occupe plus que 37^{cc}; si l'on pèse le tube à ce moment, on trouve que la quantité d'eau retenue est de 35 pour 100; on fait arriver de nouveau de l'eau en pluie, elle passe de plus en plus difficilement; la trompe enlève plus d'air qu'il n'en arrive, le mercure s'élève, bientôt apparaît au-dessus de la terre, une couche d'eau qui ne s'écoule plus qu'avec une extrême lenteur, et le mercure s'élève à 75^{cm}; quand, après quelque temps, cette eau s'est écoulée, le volume de la terre n'est plus que de 32^{cc}, et elle retient seulement $\frac{22}{100}$ d'humidité, au lieu des $\frac{35}{100}$ qu'elle contenait d'abord.

» On remplace alors la terre normale par un autre lot de la même terre additionnée de $\frac{1}{100}$ de chaux, 40^{gr} occupant 37^{cc},5; on fait arriver la pluie

et l'on actionne la trompe; l'eau passe sans difficulté, le volume de la terre reste constant et la quantité d'eau retenue : invariable, elle était de $\frac{27}{100}$ à l'origine, après un second, un troisième afflux d'eau, cette proportion persiste; ni le volume de la terre, ni la quantité d'eau retenue ne varient.

» Cette expérience montre clairement le grand avantage que présente le chaulage des terres fortes argileuses; en empêchant leur argile de se délayer, la chaux leur conserve leur structure poreuse, leurs grandes réserves d'humidité et y assure la libre circulation de l'air.

» Mais si, d'autre part, la terre est composée de telle sorte que l'eau n'y détermine pas l'effondrement des petits agrégats par le délayage de l'argile, le chaulage, s'il n'a d'autre but que d'assurer la perméabilité, devient inutile.

» La terre noire, chargée d'humus de la Limagne d'Auvergne, soumise à de nombreux afflux d'eau en pluie, conserve, quand elle n'est pas d'une extrême finesse, sa perméabilité; au lieu de diminuer de volume sous l'influence de l'eau, la terre de Limagne se gonfle légèrement, les quantités d'eau retenues, loin de diminuer à mesure que la pluie a été plus prolongée, s'accroissent; aussi quand, au lieu d'opérer sur la terre normale, nous avons mis en expériences cette terre chaulée, n'avons-nous observé aucune modification dans la perméabilité; elle est aussi complète dans la terre normale que dans la terre chaulée.

» D'une terre à une autre, l'action de la chaux est donc très différente; incorporée à une terre argileuse capable de s'effondrer sous l'influence de pluies prolongées, la chaux est utile, puisqu'elle empêche l'imperméabilité de se produire; mais si, au contraire, la terre résiste à l'eau sans s'effondrer, la perméabilité est assurée et l'addition du calcaire, pour ce but particulier, n'a plus de raison d'être.

» En résumé, il semble qu'on puisse tirer de ces expériences quelques indications utiles aux praticiens et dire aux cultivateurs des terres fortes que lorsqu'ils voient, après de grandes pluies, l'eau séjourner dans leurs sillons et leur terre devenir imperméable, ils doivent, pour y assurer la libre circulation de l'eau et de l'air, y incorporer de la marne ou de la chaux (1). »

---

(1) Le Travail que nous venons de résumer ici comporte de nombreuses déterminations numériques : elles figurent dans le Mémoire qui sera inséré dans le Cahier de février des *Annales agronomiques*.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La loi de l'équivalence dans les transformations de la force chez les animaux. Vérification expérimentale par la méthode de comparaison de la dépense énergétique (évaluée d'après les échanges respiratoires) qui est respectivement engagée dans le travail positif et le travail négatif qu'exécutent les muscles;* par M. A. CHAUVEAU.

« Il existe une différence entre la dépense énergétique du travail positif exécuté par les muscles et celle du travail négatif correspondant. J'ai expliqué pourquoi il en est ainsi (voir *Comptes rendus*, 13 janvier), et j'ai montré le parti qu'on peut tirer de cette différence, dans l'étude de la loi de l'équivalence, en Biologie.

» C'est le travail négatif qui dépense le moins, et cela pour deux raisons :

» 1° Il fait l'économie de l'effort musculaire qui, dans le cas de travail positif, opère le *déplacement* de la charge. C'est, en effet, la pesanteur seule qui *déplace* celle-ci, dans le cas de travail négatif.

» 2° Une économie de même ordre et de même valeur résulte de l'allégement du *soutien* de la charge par le muscle, pendant qu'elle est ainsi entraînée de haut en bas sous l'action de la pesanteur.

» Si ces économies sont réellement effectuées, le travail positif correspondant à un travail négatif quelconque doit produire, dans toutes les conditions possibles, un surcroît de dépense, qui est égal, en équivalence thermochimique, à deux fois la valeur du travail mécanique accompli.

» Donc celui-ci a pour mesure la moitié de la dépense excédante qu'entraîne le travail positif, comparativement au travail négatif.

» Voilà, sous leur forme la plus résumée, les principes de la méthode comparative qui a été appliquée à la détermination de la dépense énergétique qu'exige le soulèvement même des charges dans le travail positif.

» Cette détermination doit être recherchée, suivant les règles ci-devant indiquées, d'après la valeur comparée des échanges respiratoires.

» Quelles que soient les variations introduites dans les conditions adoptées pour l'exécution des travaux extérieurs mis en comparaison, le résultat expérimental prévu par la théorie doit toujours être celui qui vient d'être indiqué.

» Il est possible de mettre à contribution trois catégories principales

de ces variations des conditions du travail mécanique demandé aux muscles :

» 1° Ou bien on fait varier la valeur de ce travail, sans en modifier les autres conditions, temps employé au travail, mode de contraction des muscles qui l'exécutent;

» 2° Ou bien cette dernière condition reste la même, ainsi que la valeur du travail; c'est le temps consacré à l'exécution de celui-ci qui varie;

» 3° Ou bien, enfin, la valeur et la durée du travail ne changent pas; la variation porte seulement sur le mode de contraction des muscles, c'est-à-dire sur le degré plus ou moins prononcé de raccourcissement qu'ils affectent en se contractant.

» D'après mes études sur la création de l'état de contraction du muscle et sur l'échauffement qui en résulte (1), il est facile de prévoir théoriquement, dans ces trois cas, ce qu'il advient de la consommation énergique totale qui y est attachée et de la part qui en revient respectivement à ses deux facteurs, le *soutien* et le *déplacement* des charges :

» 1° Dans le premier cas, la dépense totale s'accroît quand la charge augmente et, avec elle, la valeur du travail extérieur. Il en va de même pour la part d'énergie prise par le soulèvement de la charge; en sorte que le rapport de cette dépense particulière à la dépense totale n'est pas modifié et que le rendement mécanique de cette dernière reste constant.

» 2° Dans le deuxième cas, la dépense totale croît avec la durée du travail extérieur. Mais le soulèvement de la charge prend toujours une part égale dans cette dépense, puisque le travail mécanique que constitue le soulèvement ne subit aucun changement. Le rapport de cette dépense spéciale à l'ensemble de la dépense augmente donc toujours quand augmente la durée du travail, et le rendement mécanique de cette dépense énergétique totale diminue proportionnellement.

» 3° Dans le troisième cas, où le même travail est accompli dans le même temps, tantôt par un muscle peu raccourci, tantôt par un muscle très raccourci, l'ensemble de la dépense énergétique augmente avec le degré du raccourcissement musculaire, sans qu'il survienne le moindre changement dans la valeur de la dépense propre au soulèvement des charges. D'où accroissement du rapport de celle-ci à celle-là et diminution

(1) *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*. Paris, Asselin et Houzeau; 1891.

corrélative du rendement de la dépense totale, exactement comme dans le deuxième cas.

» Ainsi, malgré les variations considérables qu'éprouve la dépense énergétique totale dans les diverses conditions qui viennent d'être signalées, l'énergie mise spécialement en œuvre pour le soulèvement des charges n'est influencée que par la valeur même du travail mécanique exécuté. Il s'ensuit que, si nos prévisions théoriques sur la signification de l'excédent de dépense énergétique qu'entraîne le travail positif sont exactes, c'est dans toutes ces conditions qu'on doit constater que ledit excédent de dépense équivaut au double de la valeur énergétique du travail extérieur accompli. Aucune exception n'est possible. Donc, en variant, dans les expériences, les conditions du travail, on renforce la signification des résultats obtenus. Aussi n'ai-je pas négligé d'assurer ce bénéfice à l'exactitude de mes conclusions.

» *Expériences.* — Malgré les difficultés considérables qu'elles présentent et les causes multipliées de trouble auxquelles elles sont exposées, les expériences, variées comme il vient d'être dit, se sont prononcées unanimement dans le sens prévu par la théorie. Toutes ne peuvent être décrites ici. Je n'en reproduirai que deux, dans lesquelles se trouvent étudiées comparativement l'influence des variations de la valeur du travail (*Exp. I*) et celle des variations de sa durée (*Exp. II*).

» Ces deux expériences ont été choisies, quoiqu'elles soient loin d'être, dans leurs résultats, au nombre des plus régulières, parce que ce sont les seules où se soit rencontrée, dans toutes les conditions d'exécution, l'identité nécessaire à l'exactitude des comparaisons.

» Ainsi, toutes deux ont été faites au même moment de la journée, sur le même sujet, se trouvant dans les mêmes conditions physiologiques, à jeun depuis vingt heures environ au commencement de chaque expérience.

» Le travail type, dont on a fait varier la valeur ou la durée, était presque identiquement le même : 535 kilogrammètres dans un cas, 532 dans l'autre cas. De plus, on a gradué les variations de manière que les accroissements imprimés à la dépense énergétique totale pussent suivre une marche à peu près parallèle dans les deux cas.

» Toujours l'air expiré fut recueilli pendant six minutes exactement à chacune des épreuves, y compris celles qui étaient consacrées à la création du repère, c'est-à-dire à la détermination des échanges pendant l'état de repos (assis). Le travail occupait le début même de ces périodes de six minutes. Une fois le travail fini, le sujet s'asseyait sur une chaise, toujours dans la même position, pour l'achèvement de la récolte de l'air expiré.

» C'est avec un seul membre, dressé aux conditions particulières exigées, que le travail était exécuté. L'autre membre ne servait qu'au soutien et se déplaçait avec le moindre effort possible.

» On a résumé les résultats et les renseignements de cette double expérience dans les Tableaux et le graphique ci-joints.

Expérience I. — *Travail variable dans un temps constant* (3 *valeurs*). — Poids du sujet : $70^{kg},4$; $75^{kg},4$; $80^{kg},4$. Hauteur de l'escalier monté et descendu : $7^{m},60$. Travail mécanique effectué dans les trois séries : 535^{kgm}; 573^{kgm}, 611^{kgm}.

Série			A. Échanges totaux.	B. Échanges de l'état de repos.	C. Dépense propre à l'état de travail.	D. Excédent de la dépense du tr. pos.
			cc	cc	cc	cc
1re *série* (535^{kgm})	CO^2 produit	Trav. pos. :	2373—	782=	1591	
		Trav. nég. :	1752—	839=	913	
		Différence :				678
	O^2 absorbé	Trav. pos. :	2858—	967=	1891	
		Trav. nég. :	2181—	1146=	1035	
		Différence :				856
2e *série* (573^{kgm})	CO^2 produit	Trav. pos. :	2421—	919=	1502	
		Trav. nég. :	1588—	845=	743	
		Différence :				759
	O^2 absorbé	Trav. pos. :	3048—	1204=	1844	
		Trav. nég. :	1969—	1126=	843	
		Différence :				1001
3e *série* (611^{kgm})	CO^2 produit	Trav. pos. :	2902—	928=	1974	
		Trav. nég. :	1926—	803=	1113	
		Différence :				861
	O^2 absorbé	Trav. pos. :	3539—	1190=	2349	
		Trav. nég. :	2321—	1196=	1125	
		Différence :				1224

Expérience II. — *Travail constant dans un temps variable* (3 *valeurs*). — Poids du sujet : 70^{kg}. Hauteur de l'escalier monté et descendu : $7^{m},60$. Travail mécanique effectué, 532^{kgm} en : 1′50″, 2′35″, 3′20″.

Série			A. Échanges totaux.	B. Échanges de l'état de repos.	C. Dépense propre à l'état de travail.	D. Excédent de la dépense du tr. pos.
			cc	cc	cc	cc
1re *série* ($1^{m}50^{s}$)	CO^2 produit	Trav. pos. :	2449—	864=	1585	
		Trav. nég. :	1724—	868=	856	
		Différence :				729
	O^2 absorbé	Trav. pos. :	3068—	1097=	1971	
		Trav. nég. :	2138—	1170=	968	
		Différence :				1003
2e *série* ($2^{m}35^{s}$)	CO^2 produit	Trav. pos. :	2408—	815=	1593	
		Trav. nég. :	1846—	917=	929	
		Différence :				664
	O^2 absorbé	Trav. pos. :	3068—	1063=	2005	
		Trav. nég. :	2350—	1189=	1161	
		Différence :				844
3e *série* ($3^{m}20^{s}$)	CO^2 produit	Trav. pos. :	2702—	804=	1898	
		Trav. nég. :	2268—	816=	1452	
		Différence :				446
	O^2 absorbé	Trav. pos. :	3385—	1093=	2292	
		Trav. nég. :	2862—	1096=	1766	(1)
		Différence :				526

» Des nombreux enseignements de ces résultats, il n'y a à retenir, pour le moment, que ceux qui se rapportent au point spécialement visé, *l'équivalence du travail mécanique et de la dépense énergétique employée au soulèvement même des charges*, dans le travail positif comparé au travail négatif. La solution, donnée par les présentes expériences, est contenue dans les chiffres du Tableau ci-après, qui établissent approximativement la répartition des échanges excédants dus au travail positif, entre les facteurs accessoires de ces excédents et le facteur principal. Il y a nécessairement

---

(1) Cette troisième série a donné, pour la différence de dépense entre le travail positif et le travail négatif, un chiffre évidemment trop faible. Théoriquement, la dépense différencielle devrait être la même dans les trois séries. Mais la vérification expérimentale de cette indication de la théorie présente des difficultés. Parfois, on ne réussit pas, quand on modifie la durée des mouvements, à conserver au rythme de ces mouvements toute la régularité qu'il doit avoir. C'est ce qui est arrivé dans cette expérience.

quelque chose d'artificiel dans cette répartition; mais, si large qu'on imagine l'arbitraire des attributions, celle qui est faite au facteur principal, c'est-à-dire au surcroît de l'activité propre du tissu musculaire, au moment du travail positif, ne peut s'éloigner notablement de la vérité, étant donnée la faiblesse relative de la part attribuable aux facteurs accessoires.

			I. changes excédants du travail positif.		II. Part attribuable à la transformation de la graisse en glycose.		III. Part attribuable aux autres travaux connexes.		IV. Part essentielle afférente au travail musculaire (travail intérieur) exécuté *en plus* pendant la montée (d'après l'expérience).	V. Équivalence thermochimique (en échanges gazeux) du travail musculaire (travail intérieur) exécuté *en moins* pendant la descente (d'après la théorie).	VI. Équivalence thermochimique (en échanges gazeux) du travail mécanique accompli pendant la montée ou détruit pendant la descente ($\frac{1}{2}$ IV et V).	VII. Valeur en kilogrammètres du travail mécanique.
			cmc		cmc		cmc		cmc	cmc	cmc	kgm
Exp. I. Valeur variable du travail.	1re série.	CO^2:	678	=	66	+	110	+	502	502	251	535
		O^2:	856	=	244	+	110	+	502	502	251	
	2e série.	CO^2:	759	=	90	+	131	+	538	538	269	573
		O^2:	1001	=	332	+	131	+	538	538	269	
	3e série.	CO^2:	861	=	134	+	153	+	574	574	287	611
		O^2:	1224	=	497	+	153	+	574	574	287	
	Les 3 sér. réunies.	CO^2:	2298	=	289	+	395	+	1614	1614	807	1719
		O^2:	3081	=	1072	+	395	+	1614	1614	807	
Exp. II. Durée variable du travail.	1re série.	CO^2:	729	=	101	+	131	+	497	497	248	532
		O^2:	1003	=	375	+	131	+	497	497	248	
	2e série.	CO^2:	664	=	68	+	99	+	497	497	248	532
		O^2:	844	=	248	+	99	+	497	497	248	
	3e série.	CO^2:	446	=	(?) 30	+	(?) »	+	416	497	248	532
		O^2:	526	=	(?) 110	+	(?) »	+	416	497	248	
	Les 3 sér. réunies.	CO^2:	1839	=	197	+	150	+	1410	1492	746	1596
		O^2:	2313	=	731	+	150	+	1410	1492	746	
Somme des 6 séries.		CO^2:	4137	=	486	+	545	+	3014	3106	1553	3315
		O^2:	5454	=	1803	+	545	+	3014	3106	1553	

» Les indications de ce Tableau sont résumées et complétées par les parties C, D, E du graphique [1]. Le grand intérêt de ce Tableau réside surtout dans les quatre

---

[1] *Légende complémentaire pour l'explication du graphique.* — La valeur (en centimètres cubes et pour un temps uniforme de six minutes) est représentée par la hauteur des colonnes. Dans chaque groupe, la colonne de gauche (hachures inclinées à gauche) est affectée au CO^2 exhalé; celle de droite (hachures inclinées à droite) à l'O^2

dernières colonnes. Elles permettent de faire une comparaison des plus instructives entre : 1° la valeur du travail mécanique accompli (col. VII); 2° son équivalence thermochimique en gaz de la combustion du potentiel glycosique, source immédiate de la dépense énergétique (col. VI); 3° la dépense théorique épargnée dans le travail négatif (col. V); 4° le surcroît correspondant constaté expérimentalement dans la dépense du travail positif (col. IV). Or, *sauf quelques différences négligeables, les chiffres des colonnes IV et V (dépense énergétique différentielle) sont de même valeur, et cette valeur est le double de celle qui est révélée dans les nombres des colonnes VI et VII (travail mécanique accompli ou détruit dans les travaux positif et négatif comparés*). D'où la justification de la conclusion suivante :

» CONCLUSION. — *Le travail mécanique exécuté par les muscles n'exige, pour sa production en propre, c'est-à-dire pour le soulèvement même des charges, qu'une dépense énergétique équivalente à la valeur de ce travail.*

---

absorbé. Les colonnes noires intercalaires figurent les échanges de l'état de repos immédiatement avant le travail. On retranche cette colonne noire de celle à laquelle elle est conjuguée (à droite) pour obtenir les résultats nets, c'est-à-dire la valeur propre des échanges dus à l'état de travail.

A. Résultats bruts des expériences. Échanges totaux représentant l'ensemble de la dépense énergétique.

B. Résultats nets. Échanges dus spécialement à l'état de travail, c'est-à-dire valeur de la dépense propre à cet état de travail.

C. Excédent de la dépense énergétique du travail positif sur celle du travail négatif (en échanges gazeux) dans les trois séries des expériences.

D. Somme des excédents des trois séries.

Dans les deux groupes C et D, les parts faites à chaque facteur du surcroît des échanges sont séparées par des traits noirs et indiquées par des lettres italiques.

a. Part attribuable au travail intérieur qui préside à la préparation du potentiel utilisé par le travail musculaire (transformation de la graisse en hydrate de carbone).

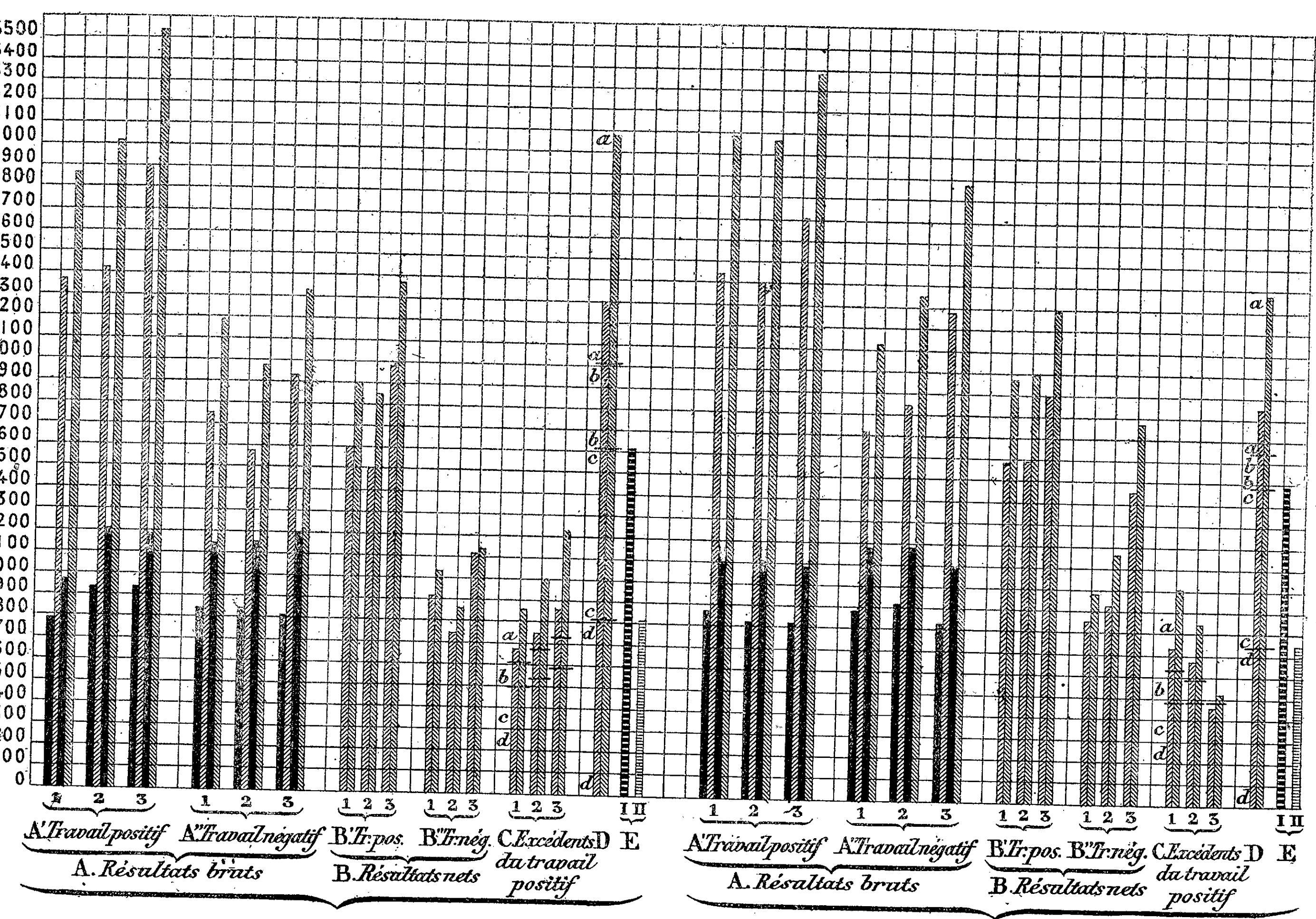
b. Part attribuable aux autres travaux connexes (système nerveux, cœur, muscles respirateurs) accompagnant le travail essentiel.

c, *d*. Part du travail essentiel ou part attribuable au surcroît de travail intérieur des muscles pendant la montée, pour le soutien de la charge (*c*) et pour son déplacement (*d*).

E. Valeur, en équivalence thermochimique, du travail physiologique intérieur, accompli *en moins* par les muscles, quand ils font du travail extérieur négatif au lieu de travail positif.

E, I. Total du travail physiologique épargné, épargne ayant pour origine : 1° la substitution de l'action de la pesanteur à celle du tissu musculaire dans l'acte du déplacement de la charge; 2° l'allégement que cette substitution apporte à l'effort musculaire qui soutient la charge pendant la descente.

E, II. Demi-valeur de I ou valeur exacte (en équivalence thermochimique) du travail mécanique qui fait défaut, d'une part, et qui est détruit, d'autre part, pendant la descente (travail négatif).



Exp. I. — Trav. mécan. de même durée ($1^m 50^s$), mais de valeur variable. N° 1 : 535^{kgm}. N° 2 : 573^{kgm}. N° 3 : 611^{kgm}.

Exp. II. — Trav. méc. de même valeur (532^{kgm}), mais de durée variable. N° 1 : $1^m 50^s$. N° 2 : $3^m 35^s$. N° 3 : $3^m 20^s$.

» C'est la première fois qu'une démonstration de la loi de l'équivalence est donnée pour les travaux qui prennent leur source dans l'activité des tissus de l'organisme animal. La belle et mémorable expérience de Hirn, qui visait cette démonstration, n'avait pas réussi à l'atteindre. Aujourd'hui, avec la connaissance que nous possédons des lois de la variation de la dépense énergétique engagée dans le travail musculaire, on aurait plus de facilité pour instituer régulièrement l'expérience de Hirn et en tirer bon parti. Il me serait facile de faire voir, si la place ne me faisait défaut, que l'expérience serait alors vraiment capable de démontrer que le travail extérieur positif *prend* de la chaleur aux moteurs animés, tandis que le travail extérieur négatif leur en *rend*, avec équivalence entre la valeur du *déficit* ou du *profit* et celle du travail mécanique créé ou détruit dans la circonstance. »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques des gaz et les propriétés des isothermes.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Depuis la présentation de ma dernière Note à l'Académie, j'ai reçu de M. Witkowski, de Cracovie, le résumé d'un travail considérable qu'il vient de publier relativement à la chaleur spécifique C de l'air entre 0° et — 140°, et sous des pressions s'élevant jusqu'à 140 atmosphères. Quoique les conditions soient bien différentes de celles auxquelles se rapportent mes calculs sur le même sujet, et même à cause de cette différence, il est intéressant de comparer les résultats de M. Witkowski avec ceux auxquels je suis arrivé ou que j'ai prévus.

» Aux températures des expériences de M. Witkowski, l'air se trouve suffisamment rapproché de son point critique pour que les variations des coefficients deviennent considérables : elles sont de l'ordre de grandeur de celles que j'ai trouvées pour l'acide carbonique.

» Il résulte des Tableaux de M. Witkowski que, pour une pression donnée, la valeur de C décroît assez notablement quand la température augmente, c'est ce qui a lieu aussi pour l'acide carbonique. Pour une température donnée C augmente avec la pression, passe par un maximum, puis décroît; le rapport γ correspondant croît, mais n'atteint pas de maximum dans les limites du Tableau; pour l'acide carbonique, C croît aussi dans les mêmes conditions, sans atteindre de maximum dans les limites de mon Tableau, mais j'ai fait remarquer que le maximum très prononcé des

valeurs de N permet de prévoir avec certitude, étant donnée l'allure des variations de c, un maximum de γ assez rapproché de 100 atmosphères (pour la température considérée). Ce maximum entraîne celui de C, c'est-à-dire le résultat expérimental de M. Witkowski. Les lois de ces variations sont donc bien générales. Les valeurs de c ont été calculées par M. Witkowski au moyen de coefficients de dilatation et compressibilité qu'il avait lui-même déterminés dans les limites de pression et de température indiquées plus haut; ces résultats lui ont permis de construire huit isothermes de l'air entre zéro et — 145 degrés; la forme de ces courbes est telle que les sommets des ordonnées minima raccordés avec les points correspondants des isothermes, que j'ai données au-dessus de zéro, donnent un lieu tout à fait analogue, quant à la forme, à ceux que j'ai tracés pour l'éthylène et l'acide carbonique; les lois de dilatation et de compressibilité qui pouvaient être aperçues dans les limites de pression des expériences de M. Witkowski rappellent également celles de l'acide carbonique et de l'éthylène; l'importance de ces résultats, notamment au point de vue de la généralisation des lois, est d'autant plus grande que les déterminations de ce genre aux basses températures font presque complètement défaut. »

ANATOMIE. — *Morphologie des membres chez les Poissons osseux* (1). Note de M. **Armand Sabatier.**

« La question de la signification et de l'origine des membres chez les Vertébrés est restée une des plus obscures : on ne peut espérer la résoudre que par l'étude des Poissons. Mais la détermination des os des ceintures et des membres chez ces animaux est encore purement arbitraire; une longue étude m'a permis de l'établir d'une manière rationnelle.

» On peut considérer le type le plus simple du Vertébré aquatique comme constitué par un corps fusiforme, aplati sur les faces latérales, et dont les bords seraient pourvus d'une membrane natatoire continue, interrompue, en bas et en avant par l'orifice buccal, en bas et en arrière par l'anus. A ce type simple, le développement de la masse viscérale sous-vertébrale a apporté une modification importante. La distension des parois abdominales a produit l'effacement de la nageoire abdominale impaire sur le parcours de la cavité viscérale, et son dédoublement aux deux extrémités

---

(1) Ce travail a été fait à la Station zoologique de Cette.

moins dilatées de la cavité viscérale. Ainsi s'explique pourquoi les Vertébrés ont deux paires de membres et comment elles se sont formées.

» Ce processus n'est pas une simple vue de l'esprit. En effet, chez certains Poissons osseux, les Cyprinides en particulier, les rayons osseux des nageoires impaires sont formés de deux rayons pairs accolés; et en général, les rayons osseux et les interépineux qui les supportent, naissent de deux ossifications paires. Chez le *Remora*, la ventouse céphalique résulte du dédoublement et de l'écartement des rayons impairs de la nageoire dorsale. Mais chez les Cyprins chinois du genre *Carassius*, il se produit un fait très démonstratif: dans une même ponte, il y a des individus chez lesquels les nageoires anale et caudale se dédoublent, et d'autres où elles restent impaires et médianes; ce fait m'a permis d'établir l'origine et la signification des membres pairs.

» Dans le membre typique du Vertébré, on peut distinguer : 1° une portion basilaire, la ceinture; 2° un premier article, le bras ou la cuisse; 3° un second, l'avant-bras ou la jambe; 4° un troisième, la main ou le pied; et 5° enfin, chez les Poissons, la nageoire ou pterygium, qu'il ne faut pas confondre avec la membrane interdigitale de certains Vertébrés nageurs autres que les Poissons. La nageoire des Poissons n'est pas une main polydactyle : c'est une expansion dermo-épidermique, comme la nageoire dorsale ou anale, et destinée à disparaître comme ces dernières.

» Les nageoires impaires comprennent : 1° une portion basilaire, l'os interépineux, plongé dans l'épaisseur des muscles du tronc; et 2° le rayon compris dans la membrane. Or, chez le Cyprin à nageoire anale dédoublée, cette dernière représente une troisième paire de membres, ou membres postanaux; et ces membres sont, en effet, constitués comme les membres pairs ou préanaux. Dans les deux cas, la portion basilaire est formée d'une double série d'interépineux dédoublés. Mais, tandis que dans la nageoire anale la série est de sept environ, dans la nageoire pelvienne elle n'est jamais que de deux. En outre, ces deux derniers, rabattus par la pression des viscères, sont horizontalement couchés dans la paroi abdominale, sauf chez les Poissons où, comme chez Zeus, quelques Pleuronectes, etc., ces interépineux, compris dans une masse musculaire épaisse, ont pu rester verticaux ou obliques. Ces faits permettent déjà de conclure que les membres pelviens des Poissons sont constitués par deux interépineux successifs, dédoublés latéralement, et portant les rayons de la nageoire.

» Mais si nous devons ne pas tenir compte du pterygium, qui est exclu-

sivement le propre des Poissons, nous arrivons à cette conclusion étonnante que le membre pelvien *tout entier* (ceinture et membre) du Vertébré résulte de l'union de deux demi-interépineux successifs. Chez les Poissons, la différenciation des parties ne se produit pas pour le membre pelvien. Mais l'étude du membre antérieur permet de pousser plus loin l'analyse.

» Ici aussi se trouvent, de chaque côté, deux demi-interépineux, dont les sommets convergent en avant, et qui sont ou horizontaux (*Lophius*, etc.), ou le plus souvent obliques, en bas et en avant. Ce déplacement résulte de ce que, la base des demi-interépineux étant reliée au crâne par une série d'os dermiques (clavicules et sus-clavicules), la dilatation verticale de la cavité pharyngienne a déterminé un mouvement de bascule qui a abaissé le sommet ou pointe des demi-interépineux.

» Pour l'analyse que nous avons à faire, il importe de dire quelle est la forme des interépineux impairs. Il y a un axe à sommet proximal libre, et à base distale qui porte le rayon de la nageoire. Sur l'axe courent quatre lames ou ailes minces, une antérieure, une postérieure et deux latérales, qui servent à des insertions musculaires. L'extrémité distale, ou base d'un interépineux, est souvent reliée à la base du suivant par un petit osselet, l'*articulaire*, ordinairement soudé à l'interépineux antérieur. Sur chaque côté de cette base est une plaque osseuse dermique, qui manque parfois, et que je désigne comme clavicule.

» Si l'on dédouble, suivant un plan médian, un interépineux, on trouvera, dans chacune des moitiés, un axe portant trois ailes : une antérieure, une postérieure et une externe. Il en est ainsi pour les demi-interépineux pelviens : l'aile supérieure est l'iléon, l'axe et l'aile externe le pubis, l'aile inférieure l'ischion. En arrière, les demi-interépineux d'un côté sont réunis à ceux du côté opposé par une saillie osseuse répondant à l'articulaire.

» Je me borne ici à ces assertions, qui seront appuyées et développées dans un Mémoire étendu.

» On peut déjà déduire de là que si, comme c'est rationnel, le demi-interépineux supérieur ou voisin des viscères représente la ceinture pelvienne, le membre devra résulter surtout des différenciations du demi-interépineux inférieur : c'est ce que prouvera l'examen du membre thoracique.

» Ici, en effet, le demi-interépineux antérieur forme la ceinture thoracique, avec un axe et une crête externe qui représentent le précoracoïde, une aile antérieure très réduite, le scapulum, et une aile postérieure très

développée, le coracoïde; une branche montante supérieure, formant un angle ouvert en avant avec l'axe de l'os, représente l'articulaire. La crête du précoracoïde est en partie bordée par une ossification dermique, qui s'élargit en haut sous forme de plaque. C'est la clavicule.

» Le demi-interépineux postérieur offre des différenciations très remarquables. Les points particuliers d'ossification se multiplient dans le cartilage commun. La portion inféro-antérieure ou pointe y forme une ossification distincte, que je désigne comme *os falciforme;* sur la portion supérieure élargie, l'axe se poursuit et va aboutir à la tête du radius, sur laquelle je reviendrai. La portion correspondante de l'aile antérieure devient le siège d'une ossification distincte, de forme trapézoïde, percée d'un grand orifice allongé qui la divise en deux régions : la supérieure phalangiforme, ou radius, qui porte la tête, qui s'articule avec le premier rayon; l'inférieure ou cubitus, plus large et plus importante. L'embryologie nous démontre en effet que les deux os de l'avant-bras proviennent de la division d'une masse unique. L'os falciforme me paraît répondre au pisiforme de quelques Amphibiens et Reptiles éteints où il forme le troisième os de l'avant-bras.

» Enfin la portion correspondante de l'aile postérieure devient le siège de l'apparition de quatre osselets phalangiformes, placés côte à côte, et formant avec la tête du radius une extrémité pentadactyle; ces osselets sont portés par le cubitus surtout et par le falciforme. Le type pentadactyle a donc été représenté dès les Poissons. Si l'on a cru le contraire, c'est qu'on a, à tort, considéré la nageoire et ses rayons comme une main polydactyle. Ces derniers ont disparu comme les nageoires dorsales, ventrales et caudale impaires, quand la vie aérienne s'est substituée à la vie exclusivement aquatique et branchiale. Il n'en reste de traces que dans les griffes et leurs matrices, et dans le pénis qui est le rayon postérieur de la nageoire comme chez les Sélaciens.

» L'humérus n'est pas représenté dans le demi-interépineux postérieur; mais il semble dépendre du demi-interépineux antérieur. Les deux saillies signalées sur le bord libre des coracoïdes s'articulent en effet, l'une avec le radius, l'autre avec le cubitus. L'humérus reste donc chez les Poissons confondu avec le coracoïde. Il pourra s'en différencier plus tard, comme l'ont fait les quatre derniers rayons de la main aux dépens de la crête coracoïdienne du demi-interépineux postérieur.

» On voit donc que, chez les Poissons osseux, le demi-interépineux supéro-antérieur représente la ceinture thoracique et l'humérus, tandis que

le postéro-inférieur représente l'avant-bras et la main. C'est l'avant-bras qui se différencie le premier comme masse unique perforée. Puis viennent les quatre derniers doigts; le pouce, l'humérus, et les éléments de la ceinture ne deviendront indépendants que plus tard. Toutefois les Amphibiens urodèles et les Chéloniens, où les éléments de la ceinture sont encore incomplètement différenciés, permettent de penser que la différenciation de l'humérus a précédé celle des os de la ceinture dans le développement sérial des Vertébrés.

» Le squelette tout entier du membre des Vertébrés (ceinture et extrémité) a donc pour origine la différenciation de deux demi-interépineux; et si le nombre des bourgeons musculaires et des troncs nerveux rachidiens qui lui correspondent est supérieur à deux, c'est que les parties nerveuses et musculaires d'un certain nombre des interépineux voisins qui ont disparu se sont rattachées et groupées autour des deux interépineux restants. Il en a probablement été de même pour les portions voisines de la membrane natatoire qui, avec ses rayons, a convergé sur ces deux derniers inter-épineux.

» Dans des Notes ultérieures, je m'occuperai des clavicules, du sternum des Poissons osseux et des Vertébrés, et du squelette des membres des Sélaciens. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Quesneville** adresse une Note intitulée « Forme générale de la différence de marche dans la réfraction elliptique du quartz ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Cornu, Mascart, Potier.)

M. Fr. **Villoch** adresse un Mémoire, écrit en langue espagnole, sur un procédé de reproduction des anguilles.

(Commissaires : MM. Edwards, Chauveau, Edm. Perrier.)

M. **Delaurier** adresse un Mémoire « sur un projet de navigation aérienne, par un nouvel aéronef ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Angelus Sic** adresse, de Santa Fé (République Argentine), par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, un Mémoire relatif au calcul de la surface du cercle.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Jules Andrade** remercie l'Académie de la distinction accordée à ses travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les problèmes de variations relatifs aux intégrales doubles*. Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. G. Darboux.

« 1. Considérons une surface S passant par un contour donné; soient x, y, z les coordonnées rectangulaires d'un point de cette surface, et p, q les dérivées partielles du premier ordre de z considérée comme fonction de x, y. Formons l'intégrale double

$$\mathrm{I} = \int\int f(p, q)\, dx\, dy$$

étendue à l'aire limitée par le contour sur la surface S.

» Si l'on cherche à déterminer la surface S de sorte que l'intégrale I ait sa première variation nulle, on est conduit à l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 f}{\partial p^2} r + 2 \frac{\partial^2 f}{\partial p\, \partial q} s + \frac{\partial^2 f}{\partial q^2} t = 0.$$

» M. Picard a déjà étudié un cas analogue dans les *Acta mathematica;* il a été conduit à une équation de Laplace à invariants égaux. Le cas que je considère ici a été lui-même entrepris par M. Kurschak au t. XXIV des *Mathematische Annalen;* ce géomètre a trouvé que, par la transformation de Legendre suivie d'un changement de variables, on est conduit encore à une équation de Laplace à invariants égaux. Je me propose ici de préciser le rôle de cette équation de Laplace et de montrer ainsi qu'il existe des liens très étroits entre ce problème de variations et celui de la déformation infiniment petite d'une surface.

» Au lieu des variables x, y, z, prenons les variables p, q, u, où u est la constante de l'équation du plan tangent, mise sous la forme

$$p\mathrm{X} + q\mathrm{Y} - \mathrm{Z} + u = 0,$$

on constate aisément que l'équation (1) devient

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 f}{\partial p^2}\frac{\partial^2 \theta}{\partial q^2} - 2\frac{\partial^2 f}{\partial p\,\partial q}\frac{\partial^2 \theta}{\partial p\,\partial q} + \frac{\partial^2 f}{\partial q^2}\frac{\partial^2 \theta}{\partial p^2} = 0;$$

elle est vérifiée par p, q, -1 et u, c'est-à-dire par les quatre coefficients de l'équation du plan tangent.

» Donnons d'abord la signification géométrique de cette équation. Considérons la surface F, que nous appellerons *principale*, pour laquelle la fonction u de p, q serait précisément $f(p, q)$. L'équation (2) exprime justement que si l'on fait se correspondre point par point, avec parallélisme des plans tangents, les surfaces S et F, *les asymptotiques de l'une des surfaces ont pour images sur l'autre un réseau conjugué.*

» Si, par exemple, on prend $f = \sqrt{1 + p^2 + q^2}$, la surface F est une sphère, les surfaces S sont des surfaces minima, et les lignes de longueur nulle, images des asymptotiques (droites isotropes) de la sphère, forment sur la surface minima un réseau conjugué. De même, la représentation sphérique des asymptotiques d'une surface minima forment sur la sphère un réseau conjugué, c'est-à-dire orthogonal.

» 2. Les caractéristiques de l'équation (2) sont les asymptotiques de la surface principale F. Si l'on prend comme variables les paramètres α, β de ces lignes, l'équation (2) devient une équation de Laplace à invariants égaux.

» Si l'on multiplie par une même fonction les coefficients de l'équation du plan tangent de façon à l'amener à la forme plus symétrique

$$(3) \qquad \xi X + \eta Y + \zeta Z + \tau = 0,$$

on peut supposer que l'équation (2) ait pris la forme canonique

$$(4) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial \alpha\,\partial \beta} = h.\theta,$$

et alors ξ, η, ζ, τ sont quatre solutions de cette équation.

» Supposons, réciproquement, que l'on prenne une équation telle que (4); soient ξ, η, ζ trois solutions de cette équation. Les formules de M. Lelieuvre permettront de déterminer *par quadratures* une fonction τ_0 de α, β telle que la surface dont l'équation du plan tangent est

$$(5) \qquad \xi X + \eta Y + \zeta Z + \tau_0 = 0$$

admette α, β comme paramètres de ses lignes asymptotiques. Cette surface F ainsi déterminée sera la surface *principale* d'un certain problème de varia-

tions de l'espèce ci-dessus considérée. On aura alors la solution générale de ce problème de variations en prenant dans la formule (3), pour ξ, η, ζ les trois solutions de (4) dont il a été parlé, et pour τ l'intégrale générale de cette même équation (4).

» On voit comment, par le moyen des formules de M. Lelieuvre, à toute équation à invariants égaux se trouve attaché un problème de variations d'intégrale double que l'on sait former et dont la solution dépend de cette même équation.

» Par exemple, l'équation qui correspond aux surfaces minima et dont on possède l'intégrale générale, correspond à une infinité de problèmes de variations que l'on pourra *effectivement former et intégrer*. »

MÉCANIQUE. — *Sur des abaques des efforts tranchants et des moments de flexion développés dans les poutres à une travée par les surcharges du Règlement du* 29 *août* 1891 *sur les ponts métalliques*. Note de M. **Marcelin Duplaix**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Lorsqu'une poutre, reposant librement à ses deux extrémités sur deux appuis de niveau, supporte un système de charges mobiles, on sait que, pour obtenir l'effort tranchant ou le moment de flexion maximum dans une section déterminée, il faut placer l'une des charges du convoi à l'aplomb de la section considérée. Or il arrive que, pour plusieurs sections d'une même poutre ou appartenant à des poutres de portées différentes, on obtient le maximum de la quantité cherchée (effort tranchant ou moment de flexion) sous la même charge du convoi, et lorsque les charges engagées entre les appuis sont les mêmes. Dans ces conditions, l'effort tranchant et le moment de flexion ne dépendent que de la portée de la poutre et de la position de la section.

» Soient : l la portée de la poutre, x la distance à l'un des appuis de la section considérée, z l'effort tranchant ou le moment de flexion ;

» on aura

$$f(l, x, z) = 0 \tag{1}$$

et les coefficients de cette équation demeureront invariables tant que les circonstances énoncées plus haut seront réalisées.

» L'équation (1) est celle d'une surface qui peut être représentée complètement par la projection, sur le plan des lx, des lignes de niveau relatives aux quantités z. Si l'on considère toutes les surfaces correspondant à

toutes les combinaisons possibles des charges, et que l'on projette leurs intersections mutuelles sur le plan des lx, on aura par là même la délimitation des régions de ce plan à chacune desquelles répond une composition bien définie du système de charges et une position précise de ces charges. On pourra donc obtenir, en même temps que la valeur maximum de l'effort tranchant ou du moment de flexion, les circonstances qui accompagnent la production de ce maximum.

» C'est ainsi qu'on a procédé pour faire le tracé d'abaques relatifs aux surcharges prescrites par le Règlement du 29 août 1891. On peut, avec ces abaques, déterminer immédiatement par une simple lecture, et avec une approximation bien suffisante dans la pratique, les efforts tranchants et les moments de flexion maximum dans les poutres qui ont jusqu'à 80^{m} de portée.

» *Efforts tranchants.* — Sauf une exception, l'effort tranchant est maximum dans une section quelconque sous l'essieu de tête des trains-types pour voies ferrées. Avec les convois pour ponts-routes, il est toujours maximum sous l'essieu de queue.

» Soient

y la demi-portée de la poutre,
x la distance de la section à l'appui le plus rapproché,
T l'effort tranchant sous la charge de tête (ou de queue),
A la somme des intensités des charges contenues dans la travée,
V la somme des moments de ces charges par rapport au point d'application de la charge de tête (ou de queue).

» Les charges étant distribuées entre la section et l'appui le plus éloigné, on a la relation générale

$$2Ty = A(2y - x) - V \tag{2}$$

équation d'un paraboloïde hyperbolique qui admet pour plans directeurs les plans xOy et xOT.

» Les génératrices parallèles au plan des xy constituent les lignes de niveau des efforts tranchants; leurs projections sur ce plan passent par un point fixe qui n'est autre que la projection de la génératrice du second système perpendiculaire au plan. Ce point a pour coordonnées $y = 0$ et $x = -\frac{V}{A}$; il se trouve donc sur la partie négative de l'axe des x, à une distance de l'origine égale à l'éloignement du centre de gravité des charges par rapport à la charge de tête. Les projections des génératrices du second

système sont parallèles à l'axe des x; on en conclut que les projections des lignes de niveau découpent, sur une parallèle quelconque à l'axe des x, des segments proportionnels à leurs intervalles, et que le long de cette même parallèle l'effort tranchant a une variation linéaire.

» L'équation (2) montre que les projections des intersections des différentes surfaces sont des droites parallèles entre elles et à la droite $x = 2y$.

» Lorsque l'effort tranchant est maximum sous une charge intermédiaire (ce qui se présente une fois avec les trains-types pour voies ferrées), la relation à employer est

$$(3) \qquad 2(T + \pi)y = A(2y - x) - V.$$

A et V ont les mêmes significations que ci-dessus, et π désigne la somme des charges comprises entre la section et l'appui le plus rapproché. Les lignes de niveau des surfaces (3) jouissent des mêmes propriétés que celles des surfaces (2).

» *Moments de flexion.* — Le moment de flexion sous une charge déterminée d'un convoi a pour expression

$$(4) \qquad M = A\frac{x(l - x)}{l} - B\frac{x}{l} - C\frac{l - x}{l}.$$

A est la somme des intensités de toutes les charges; les sommes des moments, par rapport à la charge considérée, des charges situées sur les portions $l - x$ et x sont représentées respectivement par B et C en valeur absolue.

» En prenant une variable auxiliaire t telle que

$$(5) \qquad t = \frac{x}{l - x},$$

on transforme l'équation (4) en la suivante

$$(6) \qquad M(1 + t) = Ax - Bt - C.$$

» Cette dernière représente un paraboloïde hyperbolique dont les plans directeurs sont les plans coordonnés xOt et xOM. Les génératrices parallèles au plan xOt sont les lignes de niveau des moments de flexion; en projection sur ce plan elles passent par un point fixe dont les coordonnées sont $t = -1$ et $x = -\frac{B - C}{A}$, distance du centre de gravité de toutes les charges à celle qui se trouve à l'aplomb de la section. La considération des génératrices du second système montre que les projections des lignes de niveau découpent, sur une parallèle quelconque à l'axe des x, des

segments proportionnels à leurs intervalles, et que le long de cette parallèle la variation du moment de flexion est linéaire. Il est facile de voir, par la forme de l'équation (6), que les projections des intersections des différentes surfaces de moments sont des lignes droites.

» Si l'on conserve les mêmes axes Ox, Ot, et que l'on fasse coïncider un nouvel axe Ol avec l'axe primitif OM, la surface représentée par l'équation (5) peut être définie géométriquement par la projection de ses lignes de niveau ou *lignes d'égale portée*. Ces lignes sont des hyperboles passant toutes par l'origine des axes; leur tracé permet de trouver sur le plan la position du point correspondant à une section particulière d'une poutre donnée, sans qu'il soit nécessaire de déterminer la quantité auxiliaire t. »

ÉLECTRICITÉ. — *Différence d'action de la lumière ultra-violette sur les potentiels explosifs statique et dynamique*. Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« La plupart des conditions physiques qui font varier l'abaissement du potentiel explosif d'un excitateur sous l'action de la lumière ultra-violette ont été étudiées successivement par divers physiciens. L'influence du mode de charge de l'excitateur ne semble pas avoir été aperçue.

» J'ai énoncé, dans une Note antérieure [1], la loi qui régit cette influence. Cette loi est la suivante : *L'abaissement du potentiel explosif dynamique d'un excitateur éclairé par la lumière ultra-violette est notablement supérieur à l'abaissement du potentiel explosif statique*.

» La vérification de cette proposition nécessite la détermination des abaissements du potentiel explosif de l'excitateur chargé, 1° par une méthode statique, 2° par une méthode dynamique.

» L'abaissement du potentiel explosif statique de l'excitateur, que j'appellerai *abaissement statique*, se fait directement en mesurant, à l'aide de l'électromètre absolu de MM. Bichat et Blondlot, les potentiels explosifs de l'excitateur éclairé ou non par une source de lumière ultra-violette et chargé lentement, au moyen d'une machine de Holz.

» L'abaissement du potentiel explosif dynamique, que j'appellerai *abaissement dynamique* se mesure par la méthode suivante : On met en communication les deux pôles d'un excitateur avec les deux extrémités d'une

(1) *Comptes rendus*, 8 juillet 1895.

bobine traversée par la décharge d'une bouteille de Leyde. La différence de potentiel de l'excitateur, qui est nulle au début de la décharge ([1]), passe, en une fraction extrêmement petite de seconde, à une valeur plus ou moins grande, suivant le potentiel auquel le condensateur a été chargé; si la bouteille a été chargée à un potentiel de 50 unités électrostatiques C.G.S., les pôles de l'excitateur sont amenés au potentiel de 52 unités statiques C.G.S.

» Les expériences étaient faites à l'aide du dispositif suivant. Le circuit d'une bouteille de Leyde, comprenant une bobine d'extrémités B_1, B_2, est interrompu par un excitateur principal I. Les extrémités B_1, B_2 sont en contact avec les pôles d'un excitateur dérivé E. On maintient l'excitateur principal dans des conditions constantes. On détermine la distance explosive maximum à laquelle on peut éloigner les deux pôles de l'excitateur dérivé, pour qu'à chaque étincelle principale en I on observe une étincelle dérivée en E : 1° quand l'excitateur E n'est pas éclairé; 2° quand il est éclairé par la source de radiations ultra-violettes employée dans la mesure de l'abaissement statique. Avec M. Lodge, j'appellerai cette distance maximum la *distance critique* de l'excitateur dérivé.

» L'expérience montre que, si pour une décharge et un excitateur dérivé déterminés, la distance critique est d quand l'excitateur n'est pas éclairé, elle devient $d + \Delta$ quand l'excitateur est éclairé par les radiations ultra-violettes, Δ *étant une fraction notable de d*.

» On peut déduire de ces expériences l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques à l'aide des propositions suivantes :

» I. Les potentiels statique et dynamique d'un excitateur, placé à l'abri des radiations ultra-violettes, sont égaux entre eux.

» Ce principe, généralement admis, est vérifié par l'expérience à la condition expresse qu'*on le limite au cas où l'excitateur n'est pas éclairé par les radiations ultra-violettes*.

» Il se traduit par l'égalité

$$V'_{\delta n} = V_{\delta n}, \tag{1}$$

$V'_{\delta n}$ désignant le potentiel explosif dynamique de l'excitateur non éclairé pour la distance δ; $V_{\delta n}$ le potentiel explosif statique du même excitateur non éclairé et pour la même distance explosive δ.

» II. Le potentiel explosif correspondant à la distance critique d de

---

([1]) *Comptes rendus*, 16 juillet 1894.

l'excitateur E non éclairé est le potentiel maximum V' auquel la décharge peut amener les pôles de l'excitateur dérivé; elle se traduit, en tenant compte de (1), par l'égalité

$$(2) \qquad V' = Vd_n.$$

» III. S'il n'éclate pas d'étincelle à l'excitateur dérivé, la loi de la décharge du condensateur dans le circuit n'est pas modifiée par le changement des conditions physiques dans lesquelles l'excitateur dérivé est placé; donc le potentiel maximum V', auquel la décharge peut amener les pôles de E, est le même que cet excitateur soit éclairé ou non par les radiations ultra-violettes; il résulte de cette proposition que le potentiel explosif dynamique $V'_{(d+\Delta)e}$ de l'excitateur E, éclairé pour la distance critique $(d+\Delta)$, ne peut être supérieur au potentiel maximum V' (je démontrerai prochainement qu'en général il lui est très inférieur). On peut donc écrire, en tenant compte de l'équation (2),

$$(3) \qquad V'_{(d+\Delta)e} \leqq Vd_n.$$

» D'après la proposition (I), le potentiel explosif dynamique de l'excitateur non éclairé pour la distance $d+\Delta$ est $V_{(d+\Delta)n}$.

» L'abaissement dynamique de l'excitateur E pour la décharge et la distance $d+\Delta$ considérées sera donc

$$(4) \qquad A' \geqq V_{(d+\Delta)n} - V_{dn};$$

le second membre de cette inégalité se détermine par deux mesures électrostatiques de potentiel par l'électromètre absolu.

» Si $V_{(d+\Delta)e}$ désigne le potentiel explosif statique de l'excitateur éclairé pour la distance $d+\Delta$, l'abaissement statique de l'excitateur E pour la distance $d+\Delta$ sera

$$(5) \qquad A = V_{(d+\Delta)n} - V_{(d+\Delta)e}.$$

» Voici les résultats de quelques expériences faites avec un condensateur de $0^{mcf}, 005$ se déchargeant dans une bobine d'une résistance de 1 ohm environ, d'une self-induction de quelques $\frac{1}{10000}$ de quadrant, l'excitateur dérivé étant formé de deux sphères de laiton de $1^{cm},6$ de diamètre. L'excitateur principal est formé de sphères de 2^{cm}. Je désignerai son potentiel explosif par V_1. Les potentiels sont mesurés en unités électrostatiques C.G.S.

» La lumière d'une lampe à arc fonctionnant sous le régime de 15 ampères est concentrée, à l'aide d'une lentille en quartz, sur les pôles de E :

$$V_1 = 58,$$

$$d = 4^{mm},5, \qquad V_{dn} = 52,$$

$$d + \Delta = 5^{mm},4, \qquad V_{(d+\Delta)n} = 60, \qquad A' \geqq 8,$$

$$V_{(d+\Delta)e} = 58, \qquad A = 2.$$

» Les résultats expérimentaux, interprétés comme on vient de le faire, démontrent nettement la proposition énoncée au début de cette Note (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un tube de Crookes de forme sphérique, montrant la réflexion des rayons cathodiques par le verre et le métal.* Note de M. **Gaston Séguy**, présentée par M. Lippmann.

« Une sphère creuse de verre, où le vide a été fait à un millionième d'atmosphère, contient une électrode d'aluminium en forme d'étoile E, placée en son centre. Une seconde électrode S a la forme d'un petit disque D appliqué contre la paroi de verre parallèlement à l'étoile. Cela posé, si l'on intercale l'appareil dans le circuit d'une bobine d'induction qui donne 10^{cm} d'étincelle, le disque D étant au pôle négatif, on observe des phénomènes lumineux qui mettent en évidence la réflexion des rayons cathodiques par le verre et le métal.

» La gerbe des rayons cathodiques émis par D va frapper et illuminer la paroi opposée D'; on voit l'ombre noire de l'étoile au milieu de la tache lumineuse. Ces mêmes rayons, réfléchis sur le verre en D', reviennent illuminer la paroi qui entoure D, et y forment une seconde ombre de l'étoile E, plus grande que la première. Enfin l'étoile d'aluminium réfléchit une partie de la gerbe partie de D; il en résulte une projection lumineuse de cette étoile, inscrite au milieu de l'ombre de cette même étoile formée sur la paroi D.

» Si l'on prend l'étoile d'aluminium comme cathode, les phénomènes lumineux se simplifient : on voit seulement l'étoile se projeter sur les parois de verre opposées, et donner d'elle-même deux images lumineuses en vraie grandeur. »

(¹) Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.

OPTIQUE. — *Sur la réflexion et la réfraction vitreuses de la lumière polarisée (interprétation géométrique des formules de Fresnel).* Note de M. **E.-M. Lémeray**, présentée par M. A. Cornu.

« I. La vibration du rayon incident est la perpendiculaire à ce rayon menée dans le plan déterminé par la vibration réfractée et le rayon incident : même loi pour la vibration du rayon réfléchi (théorème de Mac Cullagh).

» II. Si l'on appelle P_i et P_s les plans, parallèles au plan d'incidence, passant par les foyers des ellipses qui projettent, sur l'onde réfractée, les intersections d'une sphère, ayant pour centre le point d'incidence, avec les plans passant par ce point et perpendiculaires aux rayons incident, réfléchi, et si l'on considère la portion de la vibration réfractée comprise entre ces deux plans P_i et P_s comme représentant son amplitude, l'amplitude, pour le réfléchi, sera la portion de la vibration réfléchie, comprise entre le plan d'incidence et le plan P_i; l'amplitude, pour l'incident, sera la portion de la vibration incidente comprise entre le plan d'incidence et le plan P_s. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité de l'hyposulfite de soude dans l'alcool.* Note de M. **P. Parmentier**.

« M. Brunner (*Comptes rendus,* t. CXXI, p. 59) donne un certain nombre d'expériences sur la solubilité de l'hyposulfite de soude cristallisé et de ce sel surfondu dans de l'alcool à différents degrés. Il conclut que le phénomène étudié par lui se rapporte à une loi générale, et que ses expériences peuvent servir à démontrer cette loi dans un cours public.

» Ayant obtenu avec L. Amat (*Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 735) une modification allotropique de l'hyposulfite de soude ordinaire, modification fusible à 32°, au lieu de 47°,9, nous avons cru intéressant de vérifier si les courbes de solubilité de cette modification et du sel surfondu se coupent à 32°. Nous avons donc été amené à reprendre les expériences de M. Brunner avec l'hyposulfite de soude ordinaire, l'hyposulfite de soude modifié et l'hyposulfite surfondu.

» Voici les principaux faits que nous avons observés.

» A. *Fusibilité des deux modifications.* — 1° Avec de l'alcool absolu, on ne peut

fondre totalement, en tubes scellés, l'hyposulfite de soude ordinaire, même à 100°. Avec de l'alcool à 80°, ce sel fond à 41° au lieu de 47°,9. Avec de l'alcool à 63°, la fusion a lieu à 33°.

» 2° L'hyposulfite de soude surfondu en présence d'alcool à 80° se solidifie en la modification que nous avons indiquée, dans un mélange réfrigérant de sel et de glace; mais les cristaux obtenus fondent à 28° au lieu de 32°. En présence d'alcool à 63°, je n'ai pu obtenir la cristallisation de la masse surfondue avec un mélange de sel et de glace; j'ai dû recourir à un bain d'acide sulfureux liquide traversé par un rapide courant d'air. Les cristaux obtenus fondent au-dessous de 0°.

» B. *Solubilité.* — La solubilité des trois modifications de l'hyposulfite de soude (ordinaire, modifié, surfondu) croît avec la température et avec le degré de dilution de l'alcool. Elle est différente pour les trois modifications, en employant des poids respectivement égaux d'hyposulfite de soude et d'alcool. Pour doser l'hyposulfite de soude, nous avons opéré sur 10^{cc} de solution filtrée à travers un tampon de coton hydrophile placé sur l'ouverture de la pipette graduée, pour éviter l'entraînement de parcelles cristallines. La solution obtenue, étendue d'eau, a été titrée avec une solution d'iode au millième.

» Nous avons trouvé à la température de 13°,7, maintenue constante pendant deux jours :

Alcool a 80°.

Hyposulfite de soude ordinaire	11^{cc},4	d'iode
» modifié	10,6	»
» surfondu	7,1	»

Alcool a 63°.

Hyposulfite de soude ordinaire	140,0	»
» surfondu, puis désursaturé	140,0	»
» surfondu	79,0	»

» Ces expériences, et d'autres semblables, sont en contradiction avec celles publiées par M. Brunner; nous avons donc dû chercher d'où pouvait provenir un tel désaccord; nous avons trouvé qu'il tient à l'emploi de proportions différentes d'hyposulfite et d'alcool. Voici une partie de nos résultats :

Alcool a 80°. Température 8°.

Hyposulfite ordinaire cristallisé.

Poids d'hyposulfite.	Volume d'alcool.	Divisions de la burette à iode.
20^{gr}	75^{cc}	9,7
20^{gr}	$3 \times 75^{cc} = 225$	9,7

Hyposulfite de soude surfondu.

20^{gr}	75^{cc}	7,3
20^{gr}	$3 \times 75^{cc} = 225$	20

» Il résulte de ces expériences, et d'un grand nombre d'autres, que si la solubilité de l'hyposulfite de soude cristallisé est constante avec la quantité de dissolvant (alcool et eau), elle augmente avec la quantité de dissolvant dans le cas de l'hyposulfite de soude surfondu.

» Le titre de l'alcool, surnageant le sel surfondu, varie aussi. Ainsi, en opérant à 10°, en présence de 70^{gr} d'hyposulfite et de 750^{cc} d'alcool à 80°, le titre de l'alcool redistillé est devenu 82°,8; avec 210^{gr} d'hyposulfite et 750^{cc} d'alcool à 80°, le titre est remonté à 84°,6.

» Il se produit donc, dans ces expériences, dans le cas de l'hyposulfite surfondu, entre les trois corps, sel anhydre, eau, alcool, des phénomènes d'équilibre très nets, mais complexes, et elles ne sauraient servir à démontrer une loi simple.

» Il existe du reste, comme nous l'avons déjà signalé, plusieurs hydrates d'hyposulfite de soude. Nous les avons obtenus, par divers procédés, à l'état de très beaux cristaux. Mais ces cristaux restent imprégnés d'hyposulfite de soude surfondu, qui se prend en masse dès qu'on ouvre les vases scellés dans lesquels on doit opérer. La production de ces hydrates doit entrer en ligne de compte dans le phénomène que nous avons étudié. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les nitrososulfures de fer.* Note de MM. **C. Marie** et **R. Marquis**, présentée par M. Schützenberger.

« Depuis la découverte faite, en 1858, par Roussin, d'une nouvelle classe de composés, qu'il appela *nitrosulfures de fer*, plusieurs auteurs, reprenant la question, et bien qu'opérant d'une façon analogue à celle de Roussin, obtinrent des produits auxquels ils assignèrent des formules absolument différentes. Il nous a paru intéressant d'étudier à nouveau ces composés et de déterminer les conditions de leur formation. La présence de groupes AzO y étant d'ailleurs indiscutée, nous les appellerons désormais *nitrososulfures de fer*.

» Roussin obtenait un produit auquel il assigna la formule $Fe^3S^5(AzO)^4H^2$ en faisant bouillir un mélange de sulfate ferreux, d'azotite de potassium et de sulfure de sodium.

» Nous avons essayé ce mode de préparation en employant un mélange d'azotite de sodium, de sulfure de sodium et de sulfate ferreux absolument neutres. Dans ces conditions on n'observe aucune production de nitrososulfure de fer; la liqueur devient simplement verte, par suite de la solution du sulfure de fer dans le sulfure de sodium.

» Si, cependant, on vient à ajouter à cette liqueur, tenant en suspension du sulfure de fer, une goutte d'un acide quelconque, on remarque immédiatement la production de nitrososulfure de fer, que l'on peut extraire de la liqueur au moyen de l'éther. Il paraît donc évident que le procédé de Roussin ne donne de résultats qu'en solution légèrement acide et qu'alors c'est l'acide azoteux libre qui agit sur le sulfure de fer.

» Toutefois si l'on ajoute à la liqueur la quantité d'acide nécessaire pour décomposer tout l'azotite, on observe une réaction violente avec dégagement de vapeurs nitreuses et destruction du nitrososulfure de fer. Il semble donc que l'acide ajouté attaque le nitrososulfure de préférence à l'azotite.

» Pour nous mettre à l'abri de cette réaction destructive, nous avons songé à déplacer l'acide azoteux par un acide faible, et, après différents essais, nous nous sommes arrêtés à l'acide carbonique; nous avons adopté le mode de préparation suivant qui nous a toujours donné de bons résultats, tant au point de vue de la facilité des opérations qu'au point de vue du rendement.

» On commence par préparer du sulfure de fer, précipité du sulfate ferreux par le sulfure de sodium et bien lavé, puis on le met en suspension dans une solution d'azotite de sodium contenant pour 1 partie de FeS, 3 parties de AzO^2Na.

» Le mélange est chauffé au bain-marie et l'on y fait circuler, pendant plusieurs heures, un courant d'acide carbonique; la réaction est achevée quand tout le sulfure de fer a disparu.

» On filtre alors et on laisse cristalliser; au bout de douze heures le fond de la capsule est tapissé d'aiguilles brillantes groupées en houppes soyeuses.

» A propos de ce mode de préparation, nous ferons remarquer toute la généralité qu'il comporte, et qui permet l'introduction de groupes AzO dans toute molécule susceptible de les fixer.

» Les cristaux obtenus ainsi sont noirs et ont tous les caractères extérieurs de ceux qui ont été décrits par les auteurs. Ils sont solubles dans l'eau, l'alcool et surtout l'éther. Solubles également dans le chloroforme. l'acétone, l'éther acétique. Insolubles dans le benzène et la ligroïne.

» L'analyse de ce produit nous a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Moyenne pour 100.
Fer..........	38,84	38,58	38,77	38,38	38,64
Soufre.......	15,50	15,40	»	15,61	15,50
Azote........	16,23	16,26	16,56	»	16,36
Eau.........	7,00	6,39	6,48	»	6,62
Oxygène par différence.............					22,88

» Ces nombres conduisent à la formule brute $Fe^3S^2Az^5O^6 + 1,5H^2O$, assez voisine de celle donnée par Rosenberg [1] : $F^6S^5(AzO)^{10} + 4H^2O$. Le produit obtenu par nous est spontanément altérable à l'air en donnant des vapeurs rutilantes. Il est décomposé par les acides avec dépôt de soufre et dégagement de vapeurs nitreuses.

» Traité par la potasse à l'ébullition, il est décomposé, ainsi d'ailleurs que les produits antérieurement décrits, en donnant de l'oxyde $Fe^2O^3H^2O$ et un nouveau produit nitrososulfuré que nous nous proposons d'étudier dans la suite.

» Chauffé à 220°, en tubes scellés, avec de l'eau, le nitrososulfure donne du sulfate d'ammoniaque, de l'oxyde de fer et de l'azote libre. La formation des deux premiers produits s'explique facilement. Quant à celle de l'azote, elle s'expliquerait en admettant la présence d'un groupe AzO^2, susceptible de donner de l'azotite d'ammoniaque, décomposable en azote et eau.

» Si l'on chauffe les tubes seulement vers 200°, la décomposition s'effectue d'une façon moins simple, donnant entre autres produits de l'hyposulfite, du sulfite et du sulfate d'ammoniaque, et un composé vert sur la constitution duquel nous nous proposons de revenir.

» La formule $Fe^3S^2Az^5O^6 + 1,5H^2O$ peut trouver son explication dans le mode même de préparation. En effet, trois molécules de sulfure de fer formeraient le groupement Fe^3S^2, en perdant un atome de soufre; ce soufre se retrouve dans les eaux-mères à l'état de composés oxygénés, parmi lesquels on a caractérisé l'hyposulfite et le sulfate de sodium. On peut donc écrire l'équation de réaction suivante :

$$\begin{aligned}18FeS + 30AzO^2H = {} & 6[Fe^3S^2Az^5O^6 + 1,5H^2O] \\ & + 2S^2O^3H^2 + SO^4H^2 + SO^3H^2 + 2H^2O.\end{aligned}$$

(1) *Deutsch. chem. Gesellsch.*, t. III; 1870.

» Le mode de décomposition du nitrososulfure permettant d'y supposer un groupe AzO^2, et la présence des groupes AzO étant admise depuis longtemps, nous proposons pour ce composé la formule de constitution suivante :

$$AzO^2 - Fe\begin{cases} S - Fe\begin{cases} AzO \\ AzO \end{cases} \\ S - Fe\begin{cases} AzO \\ AzO \end{cases} \end{cases},$$

qui représenterait un azotite ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de carbonyle sur quelques composés hydrogénés.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

» J'ai décrit précédemment (*Comptes rendus,* 28 janvier 1895) la préparation du chlorobromure et du bromure de carbonyle $COClBr$, $COBr^2$ par double décomposition effectuée, en tubes scellés à 150°, entre le bromure de bore et le chlorure de carbonyle.

» J'avais obtenu antérieurement de petites quantités de ces produits de substitution par l'action de l'acide bromhydrique sec sur le chlorure de carbonyle; l'opération s'effectuait dans des tubes de verre résistants contenant $COCl^2$, dans lequel on avait fait dissoudre HBr sec au sein d'un mélange réfrigérant.

» Mais les rendements ont toujours été très faibles par ce procédé, car, d'une part, la réaction ne commence que vers 200° et est fort incomplète, même après plusieurs heures de chauffe, et, d'autre part, si l'on cherche à la favoriser en opérant à température plus élevée, du brome en quantité considérable ne tarde pas à être mis en liberté. J'ai signalé les principales propriétés de ces corps; j'ajouterai seulement que, non seulement à 100°, mais même déjà à froid (0°), le mercure les décompose lentement avec dégagement d'oxyde de carbone.

» Le *bromure de phosphonium* PH^4Br réagit lentement à froid (0°) sur le chlorure de carbonyle; vers 50°, la réaction est déjà très active et terminée en tubes scellés au bout de quelques heures. Les tubes, qui doivent être très résistants, laissent dégager quand on les ouvre un mélange des gaz

([1]) Ce travail a été fait à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

acide chlorhydrique, bromhydrique, oxyde de carbone, hydrogène phosphoré et il ne reste dans le tube qu'un corps solide jaune qui est du phosphure solide d'hydrogène; la réaction peut se formuler :

$$6PH^4Br + 5COCl^2 = 10HCl + 6HBr + 5CO + 2PH^3 + P^4H^2.$$

» L'énorme pression qui se développe dans les tubes s'explique par la production de corps presque tous gazeux; il ne faut jamais opérer qu'avec très peu de matière, sous peine de rupture des tubes les plus résistants.

» L'acide iodhydrique sec se dissout abondamment à froid dans $COCl^2$, mais, si l'on opère simplement dans un mélange de glace et de sel, il arrive invariablement un moment où une réaction tumultueuse se déclare avec mise en liberté abondante d'iode. En opérant dans un bain de chlorure de méthyle, la dissolution s'opère régulièrement; mais déjà, au bout de quelques heures, les tubes fermés, abandonnés à une température de quelques degrés au-dessous de 0°, renferment un dépôt d'iode assez abondant et les gaz extraits des tubes renferment une quantité correspondante d'oxyde de carbone libre; quant au liquide extrait, il ne renferme pas trace de dérivés iodés de $COCl^2$ et distille en entier à la température normale. Il semble donc que les dérivés iodés de $COCl^2$ soient particulièrement instables, car cette réaction, qui s'effectue à basse température, semblait très favorable à leur obtention.

L'iodure de phosphonium PH^4I réagit lentement à froid (0°) sur $COCl^2$ et, maintenu pendant quelques jours au contact de $COCl^2$ liquide en tubes scellés à température variant de 0° à 10°, sa teinte passe du blanc au jaune, puis au rouge. A l'ouverture du tube, il se dégage du gaz chlorhydrique et de l'oxyde de carbone; le corps solide restant, épuisé au sulfure de carbone bouillant, lui abandonne de l'iodure de phosphore P^2I^4 qui cristallise par refroidissement de la solution sulfocarbonique. Il reste enfin un corps solide brun, qui, débarrassé de l'excès de l'iodure de phosphonium (insoluble dans CS^2) par sublimation dans un courant de CO^2 à 100°, est formé en majeure partie de phosphore rouge de couleur brune; cependant cette matière contient toujours de l'iode (trouvé de 8 à 11 pour 100) quoiqu'elle eût été épuisée au sulfure de carbone pendant plusieurs heures et qu'elle n'abandonnât plus trace d'iode ou d'iodure à ce liquide; chauffée pendant plusieurs heures à 250° dans le vide, elle ne donne pas trace de sublimation. Un traitement à l'eau bouillante fait passer l'iode à l'état d'acide iodhydrique. D'après cela, il semblerait qu'on se trouve en présence de phosphore rouge renfermant une petite quantité d'un sous-iodure de phosphore, insoluble dans CS^2 et non volatil. La réaction principale peut se formuler :

$$4PH^4I + 8COCl^2 = 16HCl + 8CO + P^2I^4 + 2P.$$

» L'hydrogène phosphoré sec PH^3 semble sans action sur $COCl^2$; si l'on fait arriver le gaz sec dans $COCl^2$ liquide refroidi, il se dépose quelques flocons de phosphure solide provenant sans doute de la décomposition, au contact de $COCl^2$, d'un peu de phosphure liquide entraîné. On n'observe rien en dirigeant PH^3 entraînant des vapeurs de $COCl^2$ à travers un tube chauffé vers 200° au bain d'huile; ce n'est que vers 500°, dans un tube chauffé sur une grille à analyse, qu'on constate le dépôt d'un léger enduit jaune rougeâtre; mais, à cette température, PH^3 est déjà partiellement décomposé.

» L'hydrogène sulfuré sec ne réagit pas à froid sur $COCl^2$; sous pression, cette réaction s'établit vers 200°. Pour l'effectuer, on enferme dans des tubes résistants $COCl^2$ et du *bisulfure d'hydrogène* qui, par sa décomposition à chaud, donne du soufre et H^2S sous pression. Après une chauffe de plusieurs heures vers 200°, les tubes laissent dégager, quand on les ouvre, des gaz qu'on recueille et qu'on laisse séjourner pendant plusieurs jours sur une solution d'acétate de plomb pour absorber tout l'hydrogène sulfuré. Il reste alors un gaz combustible avec production de CO^2 et SO^2 : c'est le sulfure de carbonyle COS.

» L'hydrogène sélénié sec se dissout dans $COCl^2$ refroidi, mais il ne se produit de réaction entre le gaz et son dissolvant que quand, en vase clos, on chauffe vers 200°; à cette température, du sélénium est mis en liberté en même temps que de l'acide chlorhydrique et de l'oxyde de carbone; le séléniure de carbonyle COSe ne paraît donc pas stable. Si l'on élève la température à 230°, ce n'est plus du Se, mais du chlorure Se^2Cl^2 qui se produit par réaction ultérieure de Se sur $COCl^2$ en excès; on a vérifié, en effet, que des fleurs de sélénium desséchées, chauffées à cette température avec $COCl^2$, donnent CO et Se^2Cl^2. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dichloralglucose et sur le monochloralglucosane.* Note de M. **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« En 1889, époque à laquelle j'ai fait connaître les combinaisons des aldéhydes avec la mannite ou la sorbite, obtenues par l'action à froid d'un acide déshydratant, j'avais été conduit à rechercher une réaction semblable entre le glucose et certaines aldéhydes. J'ai reconnu de la sorte que le chloral, autrement dit « l'aldéhyde trichlorée », donnait lieu à une réaction avec le glucose, en présence des déshydratants, et j'avais signalé le fait dans un Mémoire publié aux *Annales de Chimie et de Physique* (¹). Depuis, j'ai

(¹) Tome XXII p. 413 (note), (6ᵉ série).

repris cette étude. Les travaux de M. Heffter, qui ont fait connaître le chloralglucose, complétés par ceux de MM. Hanriot et Richet, où la même substance est désignée sous le nom de *chloralose*, et par ceux de MM. Petit et Polonowsky, lui ont donné, du reste, un nouvel intérêt.

» A l'acide chlorhydrique, employé comme déshydratant, dans mes premières expériences, j'ai substitué l'acide sulfurique, et j'ai obtenu non seulement le monochloralglucose ou chloralose, mais encore deux produits nouveaux, bien cristallisés, dérivés, l'un du glucose, l'autre de son anhydride, la glucosane. Voici comment il convient d'opérer.

» On triture, dans un mortier, 85^{gr} d'hydrate de chloral avec 130^{cc} d'acide sulfurique à 66°. L'acide, s'emparant de l'eau de l'hydrate, met en liberté le chloral qui surnage. On ajoute 100^{gr} de glucose réduit en poudre fine, et l'on continue à malaxer. Au commencement de l'attaque, le glucose prend une teinte brune qui ne tarde pas à s'éclaircir. C'est à ce moment, surtout, que la réaction s'accomplit, comme l'indiquent le dégagement de chaleur et la disparition rapide des fragments de glucose qui ne se dissolvaient pas d'abord. Le mélange ne tarde pas à former un tout d'apparence homogène et visqueuse. Après quelques minutes, on verse le contenu du mortier dans un vase rempli d'eau, afin de séparer l'acide sulfurique et l'excès des produits qui ne sont pas entrés en combinaison. Le résidu insoluble, lavé à plusieurs reprises, présente une teinte grise; il est recueilli et égoutté sur le filtre. On le fait cristalliser dans l'alcool bouillant, additionné d'un peu de noir animal, pour la décoloration.

» Ce produit est un mélange de trois corps différents : le premier est séparé par l'alcool froid, le second par l'éther et le troisième n'est soluble que dans l'alcool bouillant.

» Le premier cristallise en aiguilles fusibles à 185°-187°; il possède les propriétés que les auteurs assignent au chloralose. Comme il est soluble dans l'eau, on ne le retrouve qu'en faibles proportions dans le mélange qui a subi les lavages.

» Le deuxième produit est le *dichloralglucose* et le troisième, le *monochloralglucosane*.

» Dichloralglucose $C^6H^{10}O^4(OC^2Cl^3)^2$. — Il est cristallisé en aiguilles blanches insolubles dans l'eau, solubles dans 300 parties d'alcool et dans 45 parties d'éther vers 20°; il fond à 225° environ. Il résiste à l'action des acides.

» L'analyse a donné les chiffres suivants :

Matière	$0^{gr},387$
Chlore	$0^{gr},186$

Soit 48,1 pour 100.

» La formule $C^{10}H^{10}Cl^{6}O^{6}$ exige

Chlore........................ 48,52 pour 100.

» Monochloralglucosane $C^{6}H^{9}O^{4}(OC^{2}Cl^{3})$. — Ce composé forme des lamelles nacrées fusibles vers 225°; ces lamelles, insolubles dans l'eau et dans l'alcool, sont solubles dans l'alcool bouillant et se déposent par refroidissement. Elles se dissolvent dans 1000 parties d'éther environ. Comme le précédent, ce composé est inattaquable par les acides.

Analyse.

Matière.......................... 0gr,171
Chlore........................... 0gr,0626

Soit 36,6 pour 100.

» La formule $C^{8}H^{9}Cl^{3}O^{5}$ exige

Chlore..................... 36,53 pour 100.

» On parvient à réduire le dichloralglucose et le monochloralglucosane par le zinc, en présence de l'acide acétique bouillant; il se forme du chlorure de zinc facile à caractériser, et une matière réductrice de la liqueur cupro-potassique, sur l'étude de laquelle je me propose de revenir. »

SYLVICULTURE. — *Poids et composition de la couverture morte des forêts.* Note de M. E. Henry, présentée par M. Aimé Girard.

« Nous ne possédons jusqu'ici aucune donnée relative au poids et à la composition de la couverture morte, cet engrais naturel de la forêt, dans les futaies et les taillis sous futaie de France [1]. Il serait pourtant d'une grande utilité de pouvoir établir le bilan chimique d'une forêt, comme on établit celui d'une ferme, en déterminant ce que la végétation forestière emprunte annuellement au sol dans des conditions données de climat, de

(1) Les recherches des forestiers bavarois, les seules qui aient été faites dans cet ordre d'idées (voir Ebermayer, *Die Lehre der Waldstren*; Berlin, 1876) ne se rapportent qu'aux futaies de Bavière et ne contiennent aucun chiffre relatif aux taillis sous futaie.

fertilité, de composition, de peuplement, de mode de traitement, etc., ce qu'elle lui restitue sous forme de couverture et ce qui est exporté sous forme de bois, afin de dégager et de préciser l'influence des peuplements et des modes de traitement sur l'amélioration ou l'appauvrissement du sol.

» Les quelques chiffres qui suivent sont un premier pas dans cette voie. Ils montrent comment varie le poids de la couverture avec l'âge du taillis et avec le mode de traitement et donnent la composition chimique de cette couverture en sol calcaire et en sol argileux. La forêt domaniale de Haye, vaste massif de 6500 hectares, situé près de Nancy, où ont été faites presque toutes les déterminations, offre le grand avantage de présenter sur le même sol et à la même altitude des peuplements traités en futaie à côté d'autres exploités en taillis sous futaie. C'est un plateau de 350^{m} d'altitude, à sol superficiel et sec reposant sur les couches épaisses de calcaire fissuré de l'oolithe inférieure.

» La couverture de taillis sous futaie en sol argileux a été recueillie dans le bois communal de Laître-sous-Amance, soumis aux mêmes conditions climatériques que la forêt de Haye et croissant en sol argileux profond (étage charmouthien). Dans les coupes âgées de 1, 6, 10, 20 et 30 ans, ainsi que dans de vieux peuplements de futaie, on a récolté soigneusement, sur une surface de 10^{mq}, toute la couverture morte, en y comprenant les mousses, les lichens et les champignons, mais en excluant toutes les phanérogames vivantes (lierre, graminées, etc.). Ces débris organiques, séparés en deux lots comprenant l'un les feuilles, fruits et mousses, l'autre les organes axiles, furent desséchés à 100°-110°, pesés, incinérés et analysés.

» Les deux Tableaux suivants contiennent les résultats :

I. — Poids de la couverture.

Date de la récolte.	Canton.	Sol.	Age.	Feuilles.	Bois.	Poids total à l'hectare.
	1° Taillis sous futaie.					
6 avril 1895	Fourasses de Villers C.35	calcaire	1 an	645 kg	1477 kg	2122 kg
1 avril 1895	Talinté C..11..........	id.	6 ans	»	»	4432
6 avril 1895	Fourasses de Villers C.25	id.	10 ans	»	»	5687
10 déc. 1894	id. C.15	id.	20 ans	3903	1267	5170
16 nov. 1894	id. C.5.	id.	30 ans	3060	2460	5520
7 déc. 1894	Laître-s-Amance C.18..	argileux	20 ans	2801	1832	4633
	2° Futaie.					
13 mai 1895	Remenaumont F^2......	calcaire	150 ans	4229	2573	6802
Id.	id. E^2......	id.	en moyenne	5140	3029	8169

II. — COMPOSITION DE LA COUVERTURE.

	Taillis sous futaie de 20 ans.			
	Sol calcaire.		Sol argileux.	
	Fourasses de Villers C. 15		Laître-s-Amance C. 18.	
	Feuilles.	Bois.	Feuilles.	Bois.
Cendres pures	12,73	3,54	15,15	3,62
Silice	53,29	15,50	58,30	23,75
Acide phosphorique	4,11	5,02	5,87	5,93
Acide sulfurique	4,98	10,08	3,16	4,05
Sexquioxyde de fer	3,24	4,14	4,10	4,52
Chaux	30,96	62,42	20,96	54,70
Magnésie	0,54	0,38	0,71	0,95
Potasse	2,88	2,46	6,90	6,10
	100,00	100,00	100,00	100,00

» De l'examen de ces deux Tableaux il ressort que :

» 1° Le poids de la couverture morte dans les taillis sous futaie passe par un minimum peu après l'exploitation, puis s'élève progressivement jusque vers l'âge de 10 ans, à partir duquel il reste à peu près constant jusqu'à l'exploitation suivante, oscillant autour de 5500^{kg} de substance sèche à l'hectare pour la forêt de Haye.

» 2° Dans les vieux peuplements de futaie de la même forêt, ce poids atteint de 7000^{kg} à 8000^{kg}.

» 3° Les branches entrent dans ce chiffre pour une part importante qui peut varier du quart à la moitié du poids total.

» 4° A l'aide des deux Tableaux, il est facile de calculer le poids des divers principes minéraux que la couverture morte contient par hectare ; on voit ainsi que, dans les taillis de 20 ans en sol calcaire de la forêt de Haye, elle équivaut à une fumure de 542^{kg} de cendres pures avec $22^{kg},8$ d'acide phosphorique, $15^{kg},4$ de potasse et 182^{kg} de chaux, et, dans les taillis de 20 ans en sol argileux, à une fumure de 490^{kg} de cendres pures avec $28^{kg},8$ d'acide phosphorique, $33^{kg},3$ de potasse et 123^{kg} de chaux. »

GÉOLOGIE. — *Les tufs volcaniques de Ségalas (Ariège). Conclusions à tirer de leur étude au sujet de l'origine des ophites.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« L'existence, à Ségalas, de tufs ophitiques a été signalée récemment. M. de Lacvivier a montré qu'ils sont antérieurs à la brèche calcaire du

lias inférieur; M. Roussel a fait voir, en outre, qu'ils reposent sur les calcaires de la zone à *Avicula contorta* et que, par suite, ils sont contemporains de la fin du *rhétien*.

» Le but de cette Note est de démontrer, par l'étude minéralogique, la nature nettement volcanique de ces tufs et de tirer des résultats obtenus quelques considérations générales sur l'origine des ophites pyrénéennes.

» A Ségalas, on voit les tufs entre la brèche liasique et les calcaires de l'infralias relevés verticalement; j'ai recueilli dans ces tufs des fragments de quartzite avec *Avicula contorta*, ce qui ne laisse aucun doute sur leur âge.

» Ces tufs présentent une analogie remarquable avec les tufs basaltiques d'Auvergne. Au milieu d'une masse noire, constituée par de petits fragments palagonitiques, cimentés par un peu de calcite, on observe une quantité considérable de blocs de projection, atteignant la grosseur de la tête : blocs de *scories*, de *laves compactes* ou *cellulaires, bombes volcaniques à noyaux constitués par un fragment de calcaire*, nombreux morceaux de *calcaires*, etc. En certains points, ces blocs sont nettement stratifiés, et le tuf a été évidemment remanié par les eaux. Il est peu cohérent, profondément raviné aux affleurements et, dans les dépressions du sol, les blocs de scories et de laves viennent s'accumuler : on peut alors admirer leur remarquable fraîcheur, rappelant celle des roches volcaniques récentes.

» Tuf. — L'examen microscopique montre que ce tuf est formé par de petits fragments de verre palagonitique, riche en produits secondaires biréfringents, de calcaires ou marnes calcaires, enfin de morceaux inaltérés de roches volcaniques. Ils sont réunis par un ciment de calcite qui devient de plus en plus abondant à la partie supérieure du tuf; ce dernier passe ainsi insensiblement au calcaire du lias inférieur.

» Blocs projetés. — *a. Scories.* — Les scories sont d'un brun rougeâtre, leurs cavités sont parfois tapissées ou remplies par de la céladonite, de la calcite, du quartz (quartzine) ou de la calcédoine : souvent aussi elles sont vides et la roche ressemble à une scorie moderne. L'examen microscopique montre dans un verre brun rougeâtre quelques microlites d'andésine et de la magnétite. Parfois le feldspath est silicifié.

» *b. Laves compactes.* — Un type fréquent consiste en une lave brun rouge à texture compacte, renfermant de larges cavités, pauvres en produits secondaires; l'examen microscopique fait voir d'assez nombreux microlites d'andésine, disséminés au milieu d'un verre brun à cristallites ferrugineux. Çà et là se rencontrent des moules calcifiés d'olivine et de pyroxène. On observe parfois les mêmes produits secondaires que dans les scories.

» *c. Laves cristallines.* — Ces laves se rapportent à deux catégories, les unes sont blanches; l'examen microscopique y décèle des microlites de labrador englobés dans des plages ophitiques de calcite. Çà et là, au milieu de celles-ci, on observe des débris d'augite en voie de disparition. La roche renferme du verre brunâtre et de

grands octaèdres de magnétite; elle constituait originellement une *labradorite ophitique*. Quelques échantillons se rapportent à un type un peu moins basique, le feldspath triclinique étant de l'andésine.

» Le second type, plus rare, est riche en verre brun; il renferme de grands cristaux d'augite à forme arrondie, associés ophitiquement à du labrador. Ils sont en partie calcifiés et présentent à l'œil nu une couleur blanche qui donne à la roche un aspect variolitique.

» *d. Calcaires et bombes volcaniques à noyau calcaire.* — Les nombreux blocs de calcaires triasiques ou infraliasiques ne présentent aucune transformation; les plaques minces taillées au contact des bombes et de leur noyau calcaire font voir que la roche sédimentaire tout comme la roche volcanique n'a été nullement modifiée.

» *En résumé*, les tufs de Ségalas sont constitués par des projections volcaniques de *labradorite;* les scories sont moins basiques (andésitiques) que les laves. Les plus cristallines des laves projetées présentent une grande analogie de composition minéralogique et de structure avec les ophites de Rimont qui, contrairement à ce qui arrive dans les ophites des autres gisements pyrénéens, renferment un résidu vitreux. Ce sont des labradorites, contenant un peu d'olivine et présentant une structure ophitique, facilement explicable dans des coulées épaisses. Aussi me semble-t-il peu douteux que les ophites (*labradorites*) de cette région représentent des coulées dont Ségalas aurait été un des points d'émission.

» J'ai étudié récemment beaucoup de gisements ophitiques pyrénéens, différant de ceux de Ségalas, et montré quels phénomènes métamorphiques intenses présentent à leur contact les calcaires secondaires. J'en ai conclu que, de même que les lherzolites qu'elles accompagnent, les ophites sont d'origine intrusive. Cette manière de voir reçoit sa confirmation dans les observations faites à Ségalas qui montrent que le même magma, épanché à la surface des calcaires secondaires ou les englobant dans sa masse, est inapte à y développer aucun des minéraux nombreux qui forment le cortège des ophites proprement dites. Ces conclusions concordent du reste avec celles de mon récent Mémoire sur les phénomènes de contact des roches volcaniques ([1]).

» Il y a donc lieu de considérer dans les Pyrénées deux catégories de roches ophitiques, les unes d'origine effusive ne produisant aucun phénomène métamorphique à leur contact, les autres intrusives et développant des transformations minéralogiques intenses dans les roches au milieu desquelles on les observe. Il n'y a du reste aucun doute que ces deux caté-

([1]) *Mém. des Savants étrangers,* XXXI, n° 7.

gories d'ophites ne proviennent d'un magma unique; il reste à rechercher par une étude minutieuse les différences, peu sensibles au premier abord, qui peuvent exister au point de vue minéralogique entre ces deux catégories de roches. Cette question fera l'objet d'un travail ultérieur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'un gisement de terrain tertiaire terrestre fossilifère dans les environs de Liverdun (Meurthe-et-Moselle).* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans le courant de l'été 1895, M. Noël, industriel à la Flie, près Liverdun (Meurthe-et-Moselle), a fait faire une recherche d'eau dans sa propriété, au lieu dit *le Vorot,* sur la rive droite de la vallée de la Moselle, au-dessous du point culminant du plateau, à environ 110^m au-dessus du niveau de la rivière; le sondage poussé jusqu'à $7^m,50$ au-dessous du fond d'une dépression ou mardelle, traversa successivement : le sol superficiel, d'environ $0^m,80$ d'épaisseur, caractérisé par l'abondance de débris de calcaire oolithique bathonien fossilifère, qui affleure dans le voisinage sur le point culminant du plateau; une marne bleu grisâtre, fine avec nodules mamelonnés de calcaire blanc friable, qui peu à peu, vers sa base, à $7^m,50$ environ de profondeur, devenait riche en coquilles terrestres plus ou moins brisées et en ossements de grands Mammifères empâtés dans la marne, dans une terre rouge, ou dans des rognons argilo-calcaires et ferrugineux.

» Le sondage a été arrêté au-dessous de cette couche très fossilifère, à la rencontre de dalles calcaires du Bathonien moyen avec nombreuses coquilles, qui paraissent former le fond de la dépression ou cuvette remplie de marne. L'examen des déblais du sondage a été fait avec soin par nous, et tous les fossiles qui y ont été recueillis gracieusement mis à notre disposition par M. Noël.

» Ce sont, en première ligne, des ossements de grands Mammifères complètement fossilisés et imprégnés de calcaire cristallin.

» On peut y reconnaître des fragments de la mâchoire inférieure et supérieure d'une grande espèce de Cervidé, grâce à un certain nombre de dents bien caractérisées, des débris de perche, des extrémités d'andouillers, des os, des membres, tibia, cubitus, calcanéum.

» Un métacarpien de Cervidé, de 26^{cm} de long, a pu être reconstitué intégralement.

» Les petits Mammifères ne sont représentés que par un fragment de cubitus de 1^{cm} de long avec ses faces articulaires.

» Les coquilles terrestres tirées de la marne ou des rognons ferrugineux argilo-calcaires sont rarement entières. Nous en possédons cependant une qui a conservé la bouche à peu près intacte. C'est une espèce du genre Hélix, qui rappelle les formes actuellement vivantes dans le pays, avec une bouche plus allongée et une forme plus écrasée. La marne doit en contenir plusieurs espèces, car dans les lavages se rencontrent des débris de coquilles finement striées et, sur un d'entre eux, on voit qu'il s'agissait d'Hélix à bandes colorées en brun pourpre.

» De quelle nature est ce gisement? Est-il quaternaire? Nous ne le pensons pas, pour les raisons suivantes : 1° sa puissance considérable; 2° sa nature minéralogique; c'est une marne à peine sableuse, provenant évidemment du lavage de couches bathoniennes entraînées au fond d'une dépression, puisqu'elle contient des Pleuromyes, des *Anabacia orbulites*, des Foraminifères de ces horizons géologiques, avec des fragments de marne durcie riche en oolithe ferrugineuse; 3° absence complète, soit dans la masse marneuse, soit à sa surface de cailloux roulés de quartzite, de sable d'origine vosgienne, éléments prépondérants des formations quaternaires les plus anciennes dans nos régions.

» La situation topographique de ce gisement, à environ 5^{m} ou 10^{m} au-dessous de la falaise culminante de calcaire bathonien, à plus de 100^{m} au-dessus de la Moselle, est, avec le mode particulier de fossilisation, si différent de la fossilisation quaternaire et, avec la présence de coquilles terrestres, un argument de plus en faveur de cette opinion.

» On est donc amené à le considérer comme tertiaire, peut-être pliocène, et ce serait là la première preuve authentique de la formation de dépôts purement continentaux et terrestres, à cette époque, dans l'est de la France.

» Nous ajouterons qu'il est probable que ce gisement n'est pas seul de son espèce dans nos régions, car une exploration récente, faite sur la rive gauche de la Moselle, en face du sondage du Vorot, à environ 2400^{m} à vol d'oiseau, sur la lisière du bois de Liverdun (Carte d'état-major), nous y a révélé la présence d'un terrain marneux, superposé au calcaire bathonien, sans aucune trace de diluvium vosgien. »

MM. les D[rs] **Oudin** et **Barthélemy** communiquent une photographie des os de la main, obtenue à l'aide des « X.-Strahlen » de M. le professeur Röntgen.

M. **Mirinny** adresse une Note « sur la solution troponomique de l'équation du cinquième degré ».

M. **A. Baudoüin** adresse une Note relative à l'état de l'eau dans les nuages.

M. **Ch.-L. Deiss** adresse une Note relative à un mode de détermination de la parallaxe du Soleil.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission nommée pour présenter une liste de candidats à la place d'Académicien libre, en remplacement de M. Larrey, présente la liste suivante :

En première ligne	M. **Rouché**.
En seconde ligne, par ordre alphabétique	M. **Carpentier**. M. **Javal**. M. **Lauth**. M. **Linder**. M. **F. de Romilly**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

ERRATA.

(Tome CXXI, séance du 16 décembre 1895.)

Note de M. *Aimé Girard*, Composition des farines et issues fournies par la mouture aux cylindres, etc. :

Page 925, ligne 10, farine du 9e convertisseur, pourcentage, *au lieu de* 9,85, *lisez* 0,85.

Page 927, ligne 7, farine de Minot extra, gluten sec, *au lieu de* 12,36, *lisez* 13,66.

(Tome CXXII, séance du 13 janvier 1896.)

Note de M. *F. Rossard*, Sur deux observations de la planète GH Charlois :

Page 72, *au lieu de* janvier 9.. $11^h 1^m 22^s$, *lisez* janvier 9... $12^h 1^m 22^s$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. A. Cornu, en remettant à M. *d'Abbadie* la Médaille Arago qui lui est offerte par l'Académie, s'exprime ainsi :

« Très honoré Confrère,

» L'Académie, à laquelle vous avez offert un gage si éclatant de votre dévouement à la Science par la donation généreuse que vous lui avez faite, vous adresse l'expression de sa gratitude.

» Elle se plaît à reconnaître, dans la pensée délicate qui vous a guidé, la conséquence naturelle d'une vie consacrée tout entière à la conquête du vrai et du nouveau, le désir ardent de poursuivre votre labeur au delà de la limite imposée aux forces humaines.

» Tour à tour explorateur, astronome, géodésien, physicien, linguiste, numismate, historien, économiste, vous avez appliqué vos efforts aux pro-

blèmes les plus difficiles, aux recherches les plus ardues, sans redouter ni les longs exils dans les régions lointaines, ni les rigueurs des climats meurtriers. Après avoir mené à bonne fin des œuvres si diverses, sentant que bien d'autres resteront inachevées, vous demandez que vos recherches ne soient pas interrompues, et surtout qu'elles soient continuées dans cet esprit de persévérance et de sincérité qui est la règle de votre vie.

» C'est à l'Académie des Sciences que vous avez confié cette tâche : elle en comprend tout l'honneur et tous les devoirs.

» Soyez assuré, cher et très honoré Confrère, que l'Académie se conformera fidèlement à vos intentions; elle veillera à l'exécution scrupuleuse des travaux préparés dans votre observatoire d'Abbadia, en particulier de ce grand Catalogue d'étoiles, commencé par vos soins, et de ces études sur la direction et l'intensité de la gravité locale dont vous avez été le promoteur. Vous avez eu déjà la satisfaction de voir vos idées sur la variation possible de la latitude, quoique méconnues à l'origine, devenir aujourd'hui la préoccupation des astronomes; plus tard, quand les causes de ce phénomène seront démêlées, vous aurez le double honneur d'avoir posé le problème et d'avoir concouru puissamment à le résoudre.

» L'Académie sera donc heureuse de s'associer à l'accomplissement de vos vœux; elle vous offre, en témoignage de sa reconnaissance, cette médaille, à l'effigie d'Arago, qu'elle aime à décerner aux savants qui, à l'exemple de l'illustre Physicien-Astronome, contribuent, comme vous l'avez fait à divers titres, aux progrès de la Physique terrestre et astronomique. »

M. **d'Abbadie** répond :

« Permettez-moi, Monsieur le Président, de remercier, à mon tour, l'Académie pour avoir exaucé un de mes vœux les plus chers en acceptant un don que j'aurais voulu rendre plus digne d'Elle. C'est une grande satisfaction pour moi de laisser en si bonnes mains des travaux commencés et de sentir que mes désirs, confiés à Elle, sont en sécurité. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre d'un corps élastique.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Le problème de l'équilibre élastique d'un corps peut s'énoncer analytiquement comme il suit :

» *Trouver trois fonctions ξ, η, ζ qui, à l'intérieur du corps, satisfassent*

aux équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &(\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dx}+\mu\Delta\xi=0,\\ &(\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dy}+\mu\Delta\eta=0\\ &(\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dz}+\mu\Delta\zeta=0,\end{aligned}\right. \qquad \left(\theta=\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}+\frac{d\zeta}{dz}\right),$$

et qui, à la surface du corps, que j'appellerai S, *sont telles que les trois expressions*

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} P_x &= l\lambda\theta+\mu\left(l\frac{d\xi}{dx}+m\frac{d\xi}{dy}+n\frac{d\xi}{dz}\right)+\mu\left(l\frac{d\xi}{dx}+m\frac{d\eta}{dx}+n\frac{d\zeta}{dx}\right),\\ P_y &= l\lambda\theta+\mu\left(l\frac{d\eta}{dx}+m\frac{d\eta}{dy}+n\frac{d\eta}{dz}\right)+\mu\left(l\frac{d\xi}{dy}+m\frac{d\eta}{dy}+n\frac{d\zeta}{dy}\right),\\ P_z &= l\lambda\theta+\mu\left(l\frac{d\zeta}{dx}+m\frac{d\zeta}{dy}+n\frac{d\zeta}{dz}\right)+\mu\left(l\frac{d\xi}{dz}+m\frac{d\eta}{dz}+n\frac{d\zeta}{dz}\right)\end{aligned}\right.$$

(*où l, m, n sont les cosinus directeurs de la normale à* S, *c'est-à-dire à la surface du corps*) *prennent des valeurs données d'avance.*

» Je commencerai par résoudre le problème suivant : je chercherai trois fonctions ξ, η, ζ qui satisfont aux équations (1) non seulement à l'intérieur de S, mais à l'extérieur de S. Je supposerai que ces fonctions sont continues quand on traverse S, mais que leurs dérivées ne le sont pas. Les expressions (2) subissent donc une variation brusque quand on franchit cette surface; j'appellerai P_x, P_y, P_z les valeurs de ces expressions du côté interne; j'appellerai P_x^0, P_y^0, P_z^0 les valeurs qu'elles prennent du côté externe.

» Je suppose alors qu'on se donne les différences $P_x^0 - P_x$, $P_y^0 - P_y$, $P_z^0 - P_z$, et je cherche à déterminer ξ, η, ζ.

» Pour cela, soient ξ', η', ζ' les potentiels de trois surfaces attirantes, coïncidant toutes trois avec S et dont les densités superficielles sont respectivement

$$\frac{1}{4\pi}(P_x^0 - P_x),\quad \frac{1}{4\pi}(P_y^0 - P_y),\quad \frac{1}{4\pi}(P_z^0 - P_z).$$

Soient ensuite

$$(\lambda+2\mu)\theta=\frac{d\xi'}{dx}+\frac{d\eta'}{dy}+\frac{d\zeta'}{dz}.$$

Soit u le potentiel d'un volume attirant remplissant tout l'espace et dont la densité est $\frac{\theta}{4\pi}$.

» Les fonctions cherchées ξ, η, ζ nous seront données par les formules

$$\mu\xi = \xi' + (\lambda + \mu)\frac{du}{dx},$$
$$\mu\eta = \eta' + (\lambda + \mu)\frac{du}{dy},$$
$$\mu\zeta = \zeta' + (\lambda + \mu)\frac{du}{dz}.$$

Ce problème une fois résolu, proposons-nous de trouver trois fonctions ξ, η, ζ satisfaisant aux conditions

$$(3)\qquad \begin{cases} P^0_x - P_x = k(P^0_x + P_x) + 2X, \\ P^0_y - P_y = k(P^0_y + P_y) + 2Y, \\ P^0_z - P_z = k(P^0_z + P_z) + 2Z, \end{cases}$$

où k est une indéterminée et X, Y, Z trois fonctions données.

» Pour $k = 1$, ces conditions se réduisent à

$$P_x = -X, \qquad P_y = -Y, \qquad P_z = -Z,$$

de sorte que, si nous pouvons satisfaire aux équations (3) pour $k=1$, nous aurons résolu le problème de l'équilibre élastique.

» Développons ξ, η, ζ, P_x, P^0_x, ..., suivant les puissances de k et soit ξ_n, η_n, ζ_n, $P_{n,x}$, $P^0_{n,x}$ les coefficients de k^n dans ces différents développements; il viendra

$$(4)\qquad \begin{cases} P^0_{0,x} - P_{0,x} = 2X, \\ P^0_{n,x} - P_{n,x} = P^0_{n-1,x} + P_{n-1,x}. \end{cases}$$

Les équations (4) permettent alors, par le procédé exposé plus haut, de déterminer par récurrence ξ_0, η_0, ζ_0; puis ξ_1, η_1, ζ_1; puis ξ_2, η_2, ζ_2, ...

» Il s'agit de savoir quel est le rayon de convergence des séries et si ce rayon est plus grand que 1.

» Soient

$$J_{m,n} = \int(\xi_m P_{n,x} + \eta_m P_{n,y} + \zeta_m P_{n,z})\,d\omega,$$
$$J'_{m,n} = -\int(\xi_m P^0_{n,x} + \eta_m P^0_{n,y} + \zeta_m P^0_{n,z})\,d\omega,$$

les intégrations sont étendues à tous les éléments $d\omega$ de S.

» J'observe d'abord que, en vertu d'un théorème analogue à celui de Green,

$$J_{m,n} = J_{n,m}, \qquad J'_{m,n} = J'_{n,m}.$$

» Les équations (4) me donnent ensuite

$$J'_{m,n} + J_{m,n} = J'_{m,n-1} - J_{m,n-1}.$$

» On en déduit que

$$J'_{m,n} = J_{0,m+n}, \qquad J'_{m,n} = J'_{0,m+n}.$$

» Cela nous permet d'écrire avec un seul indice J_{m+n} et J'_{m+n} au lieu de $J_{m,n}$ et de $J'_{m,n}$.

» J'observe ensuite que

$$J_{2m} = J_{m,m} > 0.$$

» Cette intégrale est en effet égale à l'intégrale triple

$$\int d\tau \left\{ \lambda\theta_m^2 + 2\mu \left[\sum \left(\frac{d\xi_m}{dx}\right)^2 + \frac{1}{2} \sum \left(\frac{d\zeta_m}{dy} + \frac{d\eta_m}{dz} \right)^2 \right] \right\}$$

étendue à tout le volume du corps. De même, J'_{2m} est positif.

» On en conclut que le rapport $\frac{J_{2m+2}}{J_{2m}}$ va constamment en croissant, de même que $\frac{J'_{2m+2}}{J'_{2m}}$; de même le rapport $\frac{J'_{2m+2} + J_{2m+2}}{J'_{2m} + J_{2m}}$ croît toujours, mais il reste toujours plus petit que 1.

» Si l'on voulait se contenter d'un aperçu analogue à ceux dont on a si souvent usé en Physique mathématique, on pourrait raisonner comme il suit.

» Cherchons le rayon de convergence de notre série et admettons que cette convergence soit uniforme; alors on verrait que le rayon de convergence minimum sera le même que celui des séries

$$J_0 + k^2 J_2 + k^4 J_4 + \ldots,$$
$$J'_0 + k^2 J'_2 + k^4 J'_4 + \ldots.$$

» Ce rayon est au moins égal à 1 et il est plus grand que 1 si l'on peut assigner, au rapport $\frac{J'_{2m}}{J_{2m}}$, une limite supérieure finie et une limite inférieure plus grande que zéro.

» J'_{2m} ne peut s'annuler que si l'on a en tous les points extérieurs à S

$$(5) \quad \frac{d\xi_m}{dx} = \frac{d\eta_m}{dy} = \frac{d\zeta_m}{dz} = \frac{d\zeta_m}{dy} + \frac{d\eta_m}{dz} = \frac{d\xi_m}{dz} + \frac{d\xi_m}{dx} = \frac{d\eta_m}{dx} + \frac{d\xi_m}{dy} = 0.$$

» De même J_{2m} ne peut s'annuler que si les mêmes relations ont lieu en tous les points intérieurs à S.

» Or ces relations entraînent les suivantes :

$$(6) \quad \xi_m = a + qz - ry, \qquad \eta_m = b + rx - pz, \qquad \zeta_m = c + py - qx,$$

a, b, c, p, q, r étant des constantes.

» A l'extérieur de S, les relations (6) ne peuvent évidemment avoir lieu que si ces six constantes sont nulles, puisque ξ_m, η_m, ζ_m doivent être nulles à l'infini.

» Si donc

$$J'_{2m} = 0,$$

on aura

$$\xi_m = \eta_m = \zeta_m = 0,$$

d'où

$$J_{2m} = 0.$$

» Supposons maintenant que J_{2m} soit nul ; les relations (6) devront être satisfaites à l'intérieur de S et par conséquent sur S elle-même.

» D'autre part, nous devons supposer que les fonctions données X, Y, Z satisfassent aux conditions de l'équilibre d'un corps solide qui s'écrivent

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} &\int X\,d\omega = \int Y\,d\omega = \int Z\,d\omega = \int (yZ - zY)\,d\omega \\ &\qquad = \int (zX - xZ)\,d\omega = \int (xY - yX)\,d\omega = 0. \end{aligned}\right.$$

$d\omega$ est un élément de la surface S.

» Les conditions (7) entraînent les relations suivantes :

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} &\int P^0_{m,x}\,d\omega = \int (zP_{m,y} = yP_{m,z})\,d\omega \\ &\qquad = \int P^0_{m,x}\,d\omega = \int (zP^0_{m,y} - yP^0_{m,z})\,d\omega = 0, \end{aligned}\right.$$

avec celles qu'on en déduit par symétrie.

» Si alors les relations (6) ont lieu à l'intérieur de S, et par conséquent aussi sur la surface S elle-même, on aura, en vertu des équations (8),

$$J'_{2m} = 0.$$

» Ainsi, J_{2m} ne peut s'annuler sans que J'_{2m} s'annule et inversement. Donc le rapport $\frac{J'_{2m}}{J_{2m}}$ ne peut ni s'annuler, ni devenir infini, et nous pouvons lui assigner une limite supérieure M et une limite inférieure $\frac{1}{M}$.

» On en conclut, par un procédé connu, l'inégalité

$$\frac{J'_{2m+2} + J_{2m+2}}{J'_{2m} + J_{2m}} < \left(\frac{1-M}{1+M}\right)^2,$$

ce qui prouve que le rayon de convergence est plus grand que $\frac{1+M}{1-M}$.

» Cette démonstration laisse à désirer, il y aurait lieu de la compléter; je signale cette question aux chercheurs; on pourrait employer, en les modifiant quelque peu, les procédés dont je me suis servi dans mes recherches sur la méthode de Neumann, avec laquelle la méthode exposée ici présente une parenté évidente. »

PATHOLOGIE EXTERNE. — *De l'utilité des photographies par les rayons X dans la pathologie humaine*. Note de MM. **Lannelongue**, **Barthélemy** et **Oudin**.

« La Communication de MM. Oudin et Barthélemy sur ce sujet nous a conduits à entreprendre un certain nombre de recherches, en vue de confirmer les premiers résultats d'abord, en vue aussi de savoir quel parti on pouvait tirer de l'emploi des rayons de Röntgen dans les questions de diagnostic. On comprendra tout de suite qu'en présence de la connaissance exacte d'un fait sur lequel on n'était pas fixé, la thérapeutique chirurgicale trouve des applications positives et plus ou moins étendues.

» C'est dans ce but qu'ont été entreprises des recherches dont je viens donner à l'Académie les premiers résultats. Je tiens à lui faire observer que le premier outillage que nous avons eu à notre disposition est encore insuffisant et qu'il s'est aussi ressenti de notre inexpérience. Si donc nous venons aujourd'hui publier quelques faits, c'est surtout pour répondre au sentiment de curiosité qui s'est traduit dans son sein lors de la présentation des plaques photographiques par M. Poincaré, et aussi pour dire que, véritablement, ce nouveau moyen est appelé à trouver des applications multiples en Chirurgie.

» Le premier fait est celui d'une pièce anatomique. C'est un fémur atteint d'ostéomyélite. L'un de nous a montré autrefois que la maladie connue sous ce nom était à tort considérée comme une périostite.

» Si cela était vrai, les altérations osseuses auraient dû se produire de la surface au centre de l'os; sur la photographie de la pièce on voit, au contraire, que la surface de l'os est intacte, tandis que les couches centrales, jusqu'à un demi-millimètre de la superficie, sont détruites, converties en cavernes; le tissu osseux y est extrêmement raréfié et réduit à quelques travées. Normalement, le tissu osseux compact, réduit ici à presque la minceur d'une feuille de papier, devrait avoir au moins un demi-centimètre d'épaisseur. C'est ce qui a permis à la lumière de le traverser et c'est la raison d'être des taches blanches qu'on remarque sur l'os.

» La seconde photographie est celle d'une affection tuberculeuse de la première phalange du doigt médium de la main gauche. Le diagnostic, facile d'ailleurs, en avait été fait, mais la maladie avait gagné légèrement l'articulation de la première avec la seconde phalange, et la seconde phalange était aussi, d'après l'examen clinique du sujet, un peu atteinte. L'épreuve photographique confirme entièrement le diagnostic. La première phalange est plus gonflée que celle des autres doigts; de plus, les limites de l'os sont confuses, parce que le périoste est épaissi par des fongosités et peut-être par une hypergénésie du tissu osseux. Le segment de la seconde phalange, que nous supposions être atteint secondairement, présente, en effet, une partie plus claire, indice d'une ostéite raréfiante. Enfin, l'espace occupé par les cartilages de cette articulation est plus grand que sur les autres jointures analogues, ce qui indique que l'articulation est un peu atteinte, comme nous l'avions pensé.

» La troisième photographie a une signification moins précise. L'épreuve n'est pas bonne, l'exposition de la main à la lumière n'a pas été assez longue. Il s'agissait d'une pièce anatomique tirée de mon musée de l'hôpital Trousseau, qui a macéré pendant plusieurs années dans un liquide alcoolique et arsénical. On n'y voit qu'une chose significative dans l'espèce, c'est une ulcération profonde d'un des os du carpe, c'est-à-dire une perte de substance de cet os, en face d'une ulcération superficielle de la peau.

La photographie montre une tache blanche au niveau de l'ulcération osseuse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du second ordre, non linéaire et à coefficients doublement périodiques.* Extrait d'une Lettre de M. **Hugo Gyldén** à M. C. Hermite.

« Quand il s'agit de déterminer, par le calcul, les inégalités planétaires à longue période, l'intégration de l'équation

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}&\frac{d^2y}{d\xi^2}+(1+2g)k^2\cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\,y\\&\qquad -k^2\sin 2\,\mathrm{am}\,\xi(y^2-g)-\frac{2}{3}k^2\cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\,y^3=-\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X\end{aligned}\right.$$

jouera un rôle très important. Mais, quant à cette question, on voit, au premier coup d'œil, qu'elle entraîne de très grandes difficultés, si on la veut considérer dans toute sa généralité. Cependant, quand on ne demande

la solution de ce problème que relativement au but astronomique, cas dans lequel X désigne une suite de termes périodiques tout connus, il suffira d'établir, de l'équation proposée, une solution particulière, y supposant les constantes arbitraires égales à zéro. On pourra alors être tenté de chercher la solution demandée au moyen d'approximations successives; et ce procédé paraîtra d'autant plus motivé que l'équation dont il s'agit, si l'on y néglige le paramètre g, ainsi que les termes dépendants de y^2 et de y^3, se réduit à une équation de Lamé du type le plus simple. En effet, dans le problème astronomique, la fonction y peut être considérée comme une quantité du premier ordre, et g, qui est d'abord une constante qu'on peut choisir à volonté, se déterminera, le plus avantageusement, de manière à devenir égale à la partie constante de la fonction y^2. Le paramètre g doit donc être considéré comme une quantité du second ordre. En conséquence, si l'on ne tenait compte, dans la première approximation, que des termes du premier et du second ordre, notre point de départ serait, tout évidemment, le carré du module étant une quantité du premier ordre, une équation de Lamé du type le plus simple.

» Soit maintenant

$$y = y_0 + y_1 + y_2 + \ldots, \tag{2}$$

et supposons les fonctions y_2 déterminées moyennant les équations

$$\frac{d^2 y_0}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\operatorname{am}\xi\, y_0 = -\,gk^2 \sin 2\operatorname{am}\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X, \tag{3,0}$$

$$(3,1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2 y_1}{d\xi^2} + k^2\cos 2\operatorname{am}\xi\, y_1 = -\,2gk^2\cos 2\operatorname{am}\xi\, y_0 + k^2 \sin 2\operatorname{am}\xi\, y_0^2,\\ &\frac{d^2 y^2}{d\xi^2} + k^2\cos 2\operatorname{am}\xi\, y_2 = -\,2gk^2\cos 2\operatorname{am}\xi\, y_1 + k^2\sin 2\operatorname{am}\xi\, y_1^2\\ &\qquad\qquad + 2k^2 \sin 2\operatorname{am}\xi\, y_0 y_1 + \tfrac{2}{3}k^2\cos 2\operatorname{am}\xi\, y_2^3, \end{aligned}\right.$$

» L'intégration, de proche en proche, de ces équations n'offre pas de difficulté sérieuse. En effet, l'intégrale générale de l'équation

$$\frac{d^2 y}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\operatorname{am}\xi\, y = \Xi$$

étant représentée par la formule

$$y = c_1 \operatorname{dn}\xi + c_2 \operatorname{dn}\xi \left[\frac{\Theta_1'(\xi)}{\Theta_1(\xi)} + \frac{E}{K}\xi\right] + \operatorname{dn}\xi \int \frac{d\xi}{\operatorname{dn}\xi^2} \int \Xi \operatorname{dn}\xi\, d\xi, \tag{4}$$

il ne faut qu'y substituer, au lieu de Ξ, les expressions formant les seconds

membres des équations (3, 0), (3, 1), ..., expressions qui deviendront connues de proche en proche; effectuer les intégrations après avoir réduit les fonctions sous le signe $\int$ à la forme de séries trigonométriques, et finalement, déterminer les arbitraires c_1 et c_2 de manière à faire disparaître tout terme ayant pour facteur la variable indépendante ξ.

» Mais la suite des fonctions y_i déterminées de la sorte est-elle toujours convergente; et encore, s'il n'en est rien, comment changer le type des équations (3) afin que le développement (2) converge?

» Vous verrez que, si l'on suppose

$$X = a_1 \sin\left(\sigma_1 \frac{\pi}{2K}\xi + B_1\right) + a_2 \sin\left(\sigma_2 \frac{\pi}{2K}\xi + B_2\right) + \ldots,$$

les facteurs σ_1, σ_2, étant très petits, le système (3) ne conduira pas toujours aux valeurs de y_i rendant la suite (2) convergente; mais que le type des équations de Lamé qu'il faut mettre en usage afin de parvenir à une solution non illusoire est celui que vous avez traité dans vos recherches sur les applications des fonctions elliptiques.

» Soit maintenant Q ce que devient la fonction y_0 lorsque X disparaît. On parvient alors, en vertu de la formule (4), où il faut mettre

$$\frac{k'^2}{\operatorname{dn}\xi^2} = \frac{E}{K} + \frac{\Theta'_1(\xi)}{\Theta_1(\xi)},$$

et en déterminant convenablement les arbitraires, au résultat

$$Q = -g\frac{K}{E}\frac{\Theta'_1(\xi)}{\Theta_1(\xi)}\operatorname{dn}\xi,$$

qui se remplace par le développement

$$Q = g\frac{\pi}{2K}\frac{\pi}{2E}\left[\frac{4q(1-q^2)}{(1+q^2)^2}\sin^2\frac{\pi}{2K}\xi + \frac{4q^2(1-q^4)}{(1+q^4)^2}\sin 4\frac{\pi}{2K}\xi + \ldots\right],$$

ou bien par celui-ci :

$$(5)\quad Q = g[4q(1 - 11q^2 + \ldots)\sin 2x + 4q^2(1 - \ldots)\sin 4x + \ldots],$$

où l'on a écrit x au lieu de $\frac{\pi}{2K}\xi$.

» Ensuite, si l'on suppose toujours très longues les périodes des termes constituant la fonction X, il sera évident que la partie dépendant de l'intégrale double

$$\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\int d\xi\int X\,d\xi = \int dx\int X\,dx = -Y,$$

l'emportera sur les autres termes provenant du développement du second

membre de l'équation (4). En ne considérant que cette partie ainsi que le terme désigné par Q, on pourra écrire

$$y_0 = Q + \frac{2K}{\pi} \operatorname{dn}\xi . Y,$$

d'où résulte, si l'on néglige le carré de g,

$$y_0^2 = \left(\frac{2K}{\pi}\right)^2 \operatorname{dn}\xi^2 . Y^2 + 2\frac{2K}{\pi} Q \operatorname{dn}\xi . Y.$$

» Passons maintenant à l'intégration de l'équation (3, 1). On en tire d'abord, en considérant la valeur précédente de y_0, et en négligeant toujours le carré de g,

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} y_1 = & - 2gk^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 \operatorname{dn}\xi \int \frac{dx}{\operatorname{dn}\xi^2} \int \cos 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2 Y\, dx \\ & + 2k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 \operatorname{dn}\xi \int \frac{dx}{\operatorname{dn}\xi^2} \int \sin 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2 QY\, dx \\ & + k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^4 \operatorname{dn}\xi \int \frac{dx}{\operatorname{dn}\xi^2} \int \sin 2\operatorname{am} x \operatorname{dn}\xi^3 Y^2 dx, \end{aligned} \right.$$

formule dont il faut considérer séparément les trois parties.

» Dans les deux premières parties du second membre, il faut avant tout mettre en évidence les termes constants des développements de $\cos 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2$ et de $\sin 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2$, car ces termes sont les seuls qui permettent un agrandissement ultérieur, par la double intégration de la fonction Y, déjà affectée de diviseurs tels que σ_1^2, σ_2^2, ...

» En partant des développements

$$k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^4 \cos 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2 = 32q^2(1 + 2q^2 + \ldots) + 16q(1 + 9q^2 + \ldots)\cos 2x + \ldots,$$

$$k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^4 \sin 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2 = 16q\,(1 + 15q + \ldots)\sin 2x + q^2(96 + \ldots)\sin 4x + \ldots,$$

on parviendra facilement, en considérant l'expression (5) de Q, aux termes demandés. Les voici :

$$-2gk^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^4 \cos 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2 = -64gq^2 - 128gq^4 - \ldots,$$

$$2k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^4 \sin 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2 = 64gq^2 - 640gq^4 - \ldots.$$

» En conséquence de ces expressions, si l'on ne considérait que les termes s'agrandissant par l'intégration, la somme de deux premières parties de la formule (6) s'exprimera de la manière suivante

$$(7) \qquad y_1 = 512gfq^4 \frac{2K}{\pi} \operatorname{dn}\xi \int dx \int Y\, dx,$$

le facteur f étant égal à

$$\frac{1}{k'^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4 = \left(1 - \frac{8q^2}{1+q^2} + \frac{16q^4}{1+q^4} - \ldots\right)^{-2}.$$

» Quant à la troisième partie de la formule (6), on voit facilement qu'il n'en sortira aucun terme agrandi, en raison du carré d'un petit diviseur; mais, en revanche, il en sortira des termes affectés des diviseurs $\sigma_1, \sigma_2, \ldots$. Afin de mettre en évidence ces termes, il suffit d'avoir recours aux expressions approchées

$$k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^5 \sin 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^3 = 16q\sin 2x,$$

$$\left(\frac{2K}{\pi}\right)^2 \frac{k'^2}{\operatorname{dn}\xi^2} = 1 - 8q\cos 2x.$$

» Il viendra maintenant

$$k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^5 \int \sin 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^3 Y^2\,dx = -8q\cos 2x\,Y^2,$$

où l'on a négligé, toutefois, les termes résultant par différentiation de la fonction Y^2. Ensuite on aura, en ne tenant compte que du terme constant,

$$k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^5 \int \left(\frac{2K}{\pi}\right)^2 \frac{k'^2\,dx}{\operatorname{dn}\xi^2} \int \sin 2\operatorname{am}\xi \operatorname{dn}\xi^2 Y^2\,dx = 32q^2 \int Y^2\,dx,$$

et la partie totale de y_1 dont il s'agit maintenant deviendra

$$(8) \qquad y_1 = 512gfq^4 \int dx \int Y\,dx + 32fq^2 \int Y^2\,dx.$$

» Par la seule inspection de cette formule, il s'entendra que la fonction y_1 pourra acquérir de plus grandes valeurs que ne le peut y_0. Aussi trouvera-t-on, en continuant les opérations entamées, des valeurs des fonctions $y_2, y_3, \ldots$ qui ne rendent pas convergent le développement (2).

» D'autre part, après avoir obtenu les résultats précédents, on comprendra facilement que les termes s'agrandissant par les intégrations successives seraient évités, si l'on commençait les approximations par déterminer la fonction y_0 au moyen de l'équation

$$(9) \quad \frac{d^2y_0}{d\xi^2} + k^2\cos 2\operatorname{am}\xi\, y_0 - 512gfq^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 y_0 - 64fq^2\frac{\pi}{2K}\, y_0\frac{dy_0}{d\xi} = -gk^2 z\operatorname{am}\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X.$$

» Je m'arrête à ce résultat, y ajoutant seulement quelques observations.

» Par des transformations convenables, qui sont d'ailleurs élucidées

dans mon Mémoire : *Nouvelles recherches*, etc., on pourra réduire l'intégration de l'équation (9) à celle d'une suite d'équations de Lamé de votre type, savoir

$$\frac{d^2z}{d\xi^2} = (2k^2 \operatorname{sn} \xi^2 - 1 - k^2 - k^2 \operatorname{sn} \omega^2)z + Z,$$

ω étant un argument réel et Z, une suite de termes périodiques formant une série uniformément convergente.

» Puisque le paramètre g doit être égalé à la demi-somme des carrés de tous les coefficients multipliant les termes du développement représentant la fonction y, on comprendra qu'il est nécessaire de connaître tous les termes constituant cette fonction : et les termes de l'ordre des forces troublantes et les termes élémentaires. Il est donc indispensable, si l'on veut parvenir à une détermination exacte d'un terme à très longue période, d'avoir établi la théorie de l'orbite absolue.

» L'examen d'un exemple numérique se rapportant à la planète Hilda (153) a montré, suffisamment, les avantages de la méthode que je viens d'indiquer. Mais encore, par des considérations faciles, on se convaincra que l'application de cette méthode (ou bien d'une méthode équivalente) devient indispensable lorsqu'il s'agit de déterminer des inégalités à très longue période. Le coefficient d'une inégalité appartenant à la théorie de Hilda acquerrait d'abord, en utilisant les méthodes ordinaires, la valeur exorbitante de 200° environ; en employant le procédé indiqué plus haut, ce coefficient futréduit à 13°. Il n'y avait donc pas lieu de penser, quant à la théorie de la planète mentionnée, à un cas de libration. Néanmoins, j'ai pu constater que le mouvement moyen des apsides de cette planète est rétrograde et égal à $-(2n - 3n')t$, n étant le mouvement moyen de la planète et n' celui de Jupiter.

» Outre la planète Hilda, on en connaît encore une, n° 361 [1893 P], dont le mouvement moyen est tel qu'on en peut présumer rétrograde le mouvement moyen des apsides. Cette planète est découverte à Nice, et les calculs de son mouvement sous les mains de M. Coniel.

» Ce que je viens de dire relativement à la planète Hilda s'applique aussi, *mutatis mutandis*, au septième satellite de Saturne. »

PHYSIOLOGIE ZOOLOGIQUE. — *Études biologiques sur quelques Hirudinées.* Note de M. **Alex. Kowalevsky.**

« Ces études portent principalement sur la *Clepsine complanata* et comparativement sur les autres sangsues des eaux douces.

» 1° *Canal intestinal.* — Pour déterminer les réactions de leur canal intestinal, j'y introduisais, avec une fine canule de Pravaz, le tournesol bleu. Après un certain temps, on observe que, dans la partie supérieure de l'intestin médian, ainsi que dans ses six diverticulums (estomac de R. Saint-Loup), le tournesol bleu perd sa couleur, devient clair et, finalement, prend la teinte rose; ce qui indique que cette région du canal intestinal a une réaction acide.

» L'intestin terminal (*Enddarm* de Leuckart, *intestin* de Saint-Loup), possède une réaction alcaline, ainsi que ses quatre appendices; en sorte que le tournesol rose qui y pénètre, en venant de la partie supérieure du canal médian, redevient bleu.

» La portion postérieure du canal intestinal (*cloaque* de Saint-Loup), offre de nouveau une réaction acide : le tournesol bleu qui y arrive vire au rouge.

» 2° La cavité du corps (*cœlome*) présente, chez les Clepsines, un ensemble de canaux qui entourent le système nerveux, les vaisseaux dorsal et ventral, ainsi que certaines parties de l'intestin, et forment deux canaux latéraux et une série de canaux capillaires hypodermiques, très bien décrits par Asajiro Oka dans son anatomie des Clepsines (1).

» Tous ces systèmes de canaux et lacunes sont pleins d'un liquide lymphatique très riche en leucocytes, et possédant une réaction alcaline bien prononcée. Si l'on injecte dans la cavité du corps le tournesol bleu, il conserve toujours sa coloration; si l'on y introduit de l'alizarine sulfoconjuguée, elle change sa coloration orange en une teinte violette.

» Sur les parois de la cavité cœlomique, sont disposées de grandes cellules, désignées par Bourne sous le terme de *cœlomic epithelium.* Ces cellules, après l'injection du tournesol, se colorent en rose; elles absorbent aussi le carminate d'ammoniaque et prennent alors la couleur rouge vif, ce qui facilite beaucoup l'étude de leur distribution. Elles se trouvent sur les parois de la cavité cœlomique, excepté les canaux superficiels de l'hypoderme.

» Ces cellules, que j'appelle *cellules acides,* contiennent, dans leur couche superficielle, des granules qui se colorent en rose par le tournesol, en rouge par le carminate d'ammoniaque. Elles ne sont jamais phagocytaires et n'absorbent que les liquides.

» Si l'on ajoute au carminate d'ammoniaque ou au tournesol des bactéries, ou des substances colorantes en poudre, telles que le carmin en

---

(1) *Zeitschrift für wiss. Zoologie,* vol. XLVIII, p. 79 et seq., 1894.

poudre ou le noir de seiche, on constate, comme nous l'avons dit plus haut, que les cellules acides se colorent en rouge ou en rose, tandis que les substances solides ou les bactéries sont absorbées par les leucocytes.

» 3° *Cavités néphridiennes.* — En outre des leucocytes, nous trouvons chez les Clepsines une série d'organes phagocytaires ayant la propriété d'absorber les substances solides et les bactéries : ce sont les capsules néphridiennes ou *les cavités annexes* de Bolsius. La *Clepsina complanata* possède 13 paires de ces organes : si l'animal est injecté par le carmin en poudre ou par le noir de seiche, on voit ces 13 paires de capsules devenir rouges ou noires suivant la substance injectée. Ces substances en poudre, et aussi les bactéries, pénètrent dans les capsules néphridiennes par les entonnoirs vibratils correspondant à chaque capsule, et elles sont absorbées par les cellules dont la capsule est remplie. Ici les substances absorbées peuvent persister assez longtemps; le carmin et le noir de Chine se retrouvent après plus d'un mois. Pour ce qui est des bactéries (*B. subtilis* et *B. anthracis*), on voit qu'elles sont plus rapidement absorbées et digérées. En cinq ou dix heures le *B. subtilis* disparaît presque complètement; dans le même temps, il ne reste du bacille du charbon que des granules se colorant encore en bleu par la méthode de Gram. Ce n'est qu'exceptionnellement que j'ai retrouvé le bacille du charbon deux ou trois jours après l'injection.

» La même série d'expériences a été faite sur le *Nephelis vulgaris* et la sangsue médicinale. Voici les résultats dignes d'être mentionnés.

» Chez les Nephelis, les cellules de la capsule néphridienne, ainsi que les leucocytes, ont la propriété phagocytaire. Les cellules du tissu *botryoïdal* contiennent des vacuoles se colorant en rouge par le carminate d'ammoniaque et en rose par le tournesol. Chez la sangsue médicinale, le tissu nommé *botryoïdal* est composé de cellules correspondant physiologiquement aux cellules acides des clepsines.

» Les cellules du tissu botryoïdal forment réellement les parois des vaisseaux sanguins et sont vivement pigmentées.

» Si l'on examine des coupes de sangsues injectées par le tournesol ou le carminate d'ammoniaque, on trouve le pigment déposé à la superficie de la cellule, au-dessus du noyau; la partie intérieure de la cellule, au-dessous du noyau, est pleine de granules colorés en rouge par le carminate d'ammoniaque, ou en rose par le tournesol. La disposition de ces granules acides chez les Clepsines et chez les Hirudo est assez différente. Tandis que dans les cellules acides des Clepsines les granules sont séparés les uns des autres et peu nombreux dans la même cellule, chez les Hirudo

ils les emplissent complètement. En outre des différences de forme des cellules acides et de leurs granulations, les cellules acides des Hirudo contiennent du pigment, tandis que celles des Clepsines en sont privées. Ce pigment, toutefois, existe aussi chez les Clepsines, mais il est concentré dans des cellules spéciales, depuis longtemps connues sous le nom de *cellules jaune brun* (de R. Saint-Loup).

» Ainsi la fonction des cellules botryoïdes de la sangsue médicinale semble être partagée, chez les Clepsines, en deux sortes de cellules : cellules acides proprement dites et cellules jaune brun.

» La propriété phagocytaire des cellules néphridiennes a été aussi observée par moi chez quelques Oligochètes aquatiques, du genre Euaxes. Chez ces Annélides, l'entonnoir vibratil est suivi par un élargissement du canal néphridien correspondant à la capsule des Hirudinées. Les cellules de cette capsule possèdent la propriété phagocytaire; elles absorbent les substances solides et les bactéries introduites dans la cavité du corps. »

M. **Mascart**, en présentant à l'Académie le Tome I de ses « Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme (2e édition) », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le premier Volume de la seconde édition des *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme,* que j'avais publiées d'abord avec M. Joubert. Les occupations de mon collaborateur ne lui ayant pas permis de me continuer son concours, l'édition actuelle paraît en mon nom personnel. L'Ouvrage a été entièrement remanié; j'ai essayé de tenir compte des idées nouvelles introduites dans la Science, en particulier par les découvertes de Hertz et par les applications industrielles des courants alternatifs. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de M. le baron *Larrey*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 66,

M. Lauth obtient.	32 suffrages.
M. Rouché »	25 »
M. Linder »	7 »
M. Javal »	2 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 64,

M. Rouché obtient	. . . . .	33 suffrages.
M. Lauth »	. . . . . .	29 »
M. Linder »	. . . . . .	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Rouché**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de M. le Contre-Amiral *Fleuriais*.

(Renvoi aux Sections d'Astronomie, de Géométrie, et de Géographie et Navigation).

M. **Ad. Nicolas** adresse ses remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires et la méthode de Laplace*. Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Appell.

« Soit

$$\frac{\partial^2\Theta}{\partial u\,\partial v} + a\frac{\partial\Theta}{\partial u} + b\frac{\partial\Theta}{\partial v} + c\Theta = 0 \tag{1}$$

une équation linéaire, où a, b, c sont des fonctions des deux variables indépendantes u et v. Nous dirons que k intégrales particulières $\Theta_1, \Theta_2, \ldots, \Theta_k$ sont *linéairement distinctes*, s'il n'existe aucune relation linéaire et homogène à coefficients constants entre ces k intégrales, où ces coefficients ne

sont pas tous nuls. Il peut arriver qu'entre $(n+1)$ intégrales linéairement distinctes, il existe une relation linéaire et homogène où les coefficients ne dépendent que d'une seule des variables u, v. S'il en est ainsi, *la suite de Laplace relative à l'équation* (1) *se termine dans un sens après* $(n-1)$ *transformations au plus*.

» La proposition s'établit immédiatement lorsque $n=1$. Pour démontrer qu'elle est générale, il suffit de prouver que, si elle est vraie jusqu'à une certaine valeur de n, elle est encore vraie pour la valeur immédiatement supérieure. Admettons donc qu'elle est exacte tant que le nombre des intégrales considérées ne dépasse pas n, et supposons qu'entre $(n+1)$ intégrales linéairement distinctes il existe une relation linéaire et homogène dont les coefficients ne dépendent que de la variable v, par exemple. Ces $(n+1)$ intégrales satisfont, par conséquent, à une équation linéaire d'ordre n, ne renfermant que les dérivées par rapport à u,

$$\frac{\partial^n\theta}{\partial u^n}+A_1\frac{\partial^{n-1}\theta}{\partial u^{n-1}}+\ldots+A_{n-1}\frac{\partial\theta}{\partial u}+A_n\theta=0, \tag{2}$$

dont les coefficients $A_1, \ldots, A_n$ sont fonctions de u et de v.

» En différentiant l'équation (1) plusieurs fois de suite par rapport à u, on peut exprimer toutes les dérivées $\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}, \frac{\partial^3\theta}{\partial u^2\,\partial v}, \ldots, \frac{\partial^{n+1}\theta}{\partial u^n\,\partial v}$ au moyen de $\theta, \frac{\partial\theta}{\partial v}, \frac{\partial\theta}{\partial u}, \ldots, \frac{\partial^n\theta}{\partial u^n}$; si l'on différentie de même l'équation (2) par rapport à v, et qu'on remplace ensuite $\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}, \frac{\partial^3\theta}{\partial u^2\,\partial v}, \ldots, \frac{\partial^{n+1}\theta}{\partial u^n\,\partial v}, \frac{\partial^n\theta}{\partial u^n}$ par leurs valeurs, on aboutit à une nouvelle équation

$$B_0\frac{\partial^{n-1}\theta}{\partial u^{n-1}}+B_1\frac{\partial^{n-2}\theta}{\partial u^{n-2}}+\ldots+B_{n-1}\theta+C\frac{\partial\theta}{\partial v}=0, \tag{3}$$

qui est vérifiée par toute intégrale commune aux équations (1) et (2). Si C n'est pas nul, les équations (2) et (3) permettront d'exprimer $\frac{\partial\theta}{\partial v}$ et $\frac{\partial^n\theta}{\partial u^n}$ au moyen de $\theta, \frac{\partial\theta}{\partial u}, \ldots, \frac{\partial^{n-1}\theta}{\partial u^{n-1}}$; toutes les dérivées successives pourront donc s'exprimer au moyen de celles-là et, par suite, l'intégrale générale des équations simultanées (1) et (2) dépend de n constantes arbitraires, au plus; comme elles sont linéaires, il ne peut donc y avoir plus de n intégrales communes linéairement distinctes. Il faut donc que C soit nul; si les autres coefficients $B_0, \ldots, B_{n-1}$ ne sont pas tous nuls, on peut répéter le même raisonnement sur l'équation (3) qui est d'ordre $(n-1)$ au plus;

comme on suppose la loi vraie jusqu'à $(n-1)$, on en conclut que la suite de Laplace, relative à l'équation (1), se termine, dans un sens, après $(n-2)$ transformations au plus. Il ne reste donc à examiner que le cas où l'on a simultanément

$$B_0 = B_1 = \ldots = B_{n-1} = C = 0;$$

ces conditions expriment que les équations (1) et (2) forment un de ces systèmes que M. Sophus Lie propose d'appeler *systèmes en involution* ou *systèmes de Darboux,* et dont l'intégrale générale dépend d'une infinité de constantes arbitraires. En appliquant à ce système une méthode générale d'intégration, que je ne puis exposer ici, on trouve que l'intégrale générale a pour expression

$$\theta = c_0 V + c_1 V' + \ldots + c_{n-1} V^{(n-1)},$$

$c_0, c_1, \ldots, c_{n-1}$ étant des fonctions déterminées de u et de v, V une fonction arbitraire de v et $V', V'', \ldots, V^{(n-1)}$ ses dérivées. Cela suffit pour prouver que l'équation (1) est de rang n au plus, comme on l'a énoncé. La proposition réciproque est d'ailleurs facile à établir.

On peut déduire de ce théorème général diverses conséquences. Sur une surface S (différente d'un plan), considérons un réseau conjugué (u, v), les courbes $v =$ const. étant des courbes planes; les coordonnées homogènes x, y, z, t d'un point de la surface S, exprimées en fonction des variables (u, v), satisfont à une équation de la forme (1). D'ailleurs, on a entre ces coordonnées une relation

$$Ax + By + Cz + Dt = 0,$$

où A, B, C, D sont des fonctions de la seule variable v; par conséquent, la suite de Laplace relative à l'équation (1) se terminera dans un sens après deux transformations au plus. On voit de la même façon que, si les plans des courbes précédentes vont passer par un point fixe, la suite de Laplace doit se terminer après une seule transformation.

» Considérons de même, sur un plan, deux familles de courbes quelconques (u) et (v); les coordonnées homogènes (x, y, z) d'un point du plan, exprimées au moyen des variables u et v, satisfont à une équation de la forme (1). Si les courbes (v), par exemple, se réduisent à des lignes droites, la suite de Laplace relative à l'équation (1) se terminera d'un côté après une seule transformation. Comme cas particulier, on en déduit que la suite de Laplace relative à l'équation linéaire, dont dépend le pro-

blème de la déformation infiniment petite d'une surface réglée quelconque, est terminée dans les deux sens.

» La proposition énoncée plus haut peut encore être généralisée. S'il existe entre n intégrales linéairement distinctes de l'équation (1) et la fonction $e^{-\int b\,du}$ une relation linéaire et homogène où les coefficients ne dépendent que de la variable v, la suite de Laplace relative à cette équation se termine d'un côté après $(n-1)$ transformations au plus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'addition des arguments dans les fractions périodiques du second ordre.* Note de M. **G. Fontené**, présentée par M. Hermite.

« 1. La démonstration de la formule d'addition de la fonction $p(x)$ par les fonctions σ met sur la voie de la formule d'addition pour une fonction elliptique du second ordre à pôles simples p et π, soit $f(x)$; nous emploierons d'ailleurs la fonction H de Jacobi, et nous écrirons, d'après M. Hermite,

$$(1)\qquad \frac{f(x)-C}{R} = D_x \log F(x), \qquad F(x) = \frac{H(x-p)}{H(x-\pi)}.$$

» Si l'on observe que l'on a

$$f(p-x) = f(\pi+x), \qquad f(\pi-x) = f(p+x),$$

soit parce que la somme des deux arguments est égale à la somme des pôles, soit en vertu de la formule (1), on est conduit à écrire l'identité suivante

$$(2)\qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{f(x)-f(p-y)}{f(x)-f(\pi-y)} &= \frac{F(x+y)}{F(x-y)} F(p-y)\,F(\pi-y) \\ &= \frac{H(x+y-p)\,H(x-y-\pi)}{H(x+y-\pi)\,H(x-y-p)}\,\frac{H(\pi-p-y)}{H(p-\pi-y)}; \end{aligned} \right.$$

les deux membres sont, en effet, d'après les relations ci-dessus, des fonctions elliptiques de la variable x ayant les mêmes zéros, savoir $x = p - y$ et $x = \pi + y$, les mêmes pôles, savoir $x = \pi - y$ et $x = p + y$, et la même valeur 1 pour $x = p$. En prenant les dérivées logarithmiques, d'une part par rapport à x, d'autre part par rapport à y, on a

$$(3)\qquad D_x \log \frac{f(x)-f(p-y)}{f(x)-f(\pi-y)} = \frac{f(x+y)-f(x-y)}{R},$$

$$(4)\qquad D_y \log \frac{f(x)-f(p-y)}{f(x)-f(\pi-y)} = \frac{f(x+y)+f(x-y)-f(p-y)-f(\pi-y)}{R};$$

l'addition de ces deux formules donne

$$(5)\qquad \begin{cases} 2f(x+y)=f(p-y)+f(\pi-y) \\ \qquad\qquad + \mathrm{R}(\mathrm{D}_x+\mathrm{D}_y)\log\dfrac{f(x)-f(p-y)}{f(x)-f(\pi-y)}; \end{cases}$$

telle est la formule que nous nous étions proposé d'établir. Si l'on veut mettre un seul pôle en évidence, on remplacera $f(\pi-y)$ par $f(p+y)$.

» 2. La formule (4) se simplifie, et par suite la formule (5) se simplifie aussi, lorsque l'on a

$$f(p-y)+f(\pi-y)=0 \qquad \text{ou} \qquad f(p-y)+f(p+y)=0:$$

c'est ce qui arrive pour les trois fonctions sn, cn, dn; en effet, 2ω étant la période de sn qui est une demi-période pour cn et dn, de sorte que ω est un pôle commun aux trois fonctions, on a

$$\begin{aligned} \mathrm{sn}(\omega+y) &= \mathrm{sn}(y-\omega)=-\mathrm{sn}(\omega-y), \\ \mathrm{cn}(\omega+y) &= -\mathrm{cn}(y-\omega)=-\mathrm{cn}(\omega-y), \\ \mathrm{dn}(\omega+y) &= -\mathrm{dn}(y-\omega)=-\mathrm{dn}(\omega-y). \end{aligned}$$

» On a donc, en désignant ici par f l'une quelconque des trois fonctions sn, cn, dn, et en faisant $p=\omega$ dans la formule (5) écrite avec un seul pôle, la formule unique

$$(6)\qquad 2f(x+y)=\mathrm{R}(\mathrm{D}_x+\mathrm{D}_y)\log\frac{f(x)-f(\omega-y)}{f(x)+f(\omega-y)};$$

selon qu'il s'agira de sn, ou de cn, ou de dn, on remplacera $f(\omega-y)$ par $\dfrac{-1}{k\,\mathrm{sn}(y)}$, ou par $\dfrac{i\,\mathrm{dn}(y)}{k\,\mathrm{sn}(y)}$, ou par $\dfrac{i\,\mathrm{cn}(y)}{\mathrm{sn}(y)}$.

» 3. Pour la fonction $p(x)$, on a

$$(1')\qquad p(x)=-\mathrm{D}_x^2\log\sigma(x);$$

on écrit l'identité

$$(2')\qquad p(x)-p(y)=-\frac{\mathrm{H}(x+y)\times\mathrm{H}(x-y)}{\mathrm{H}^2(x)\times\mathrm{H}^2(y)};$$

on en conclut d'abord

$$\begin{aligned} &(\mathrm{D}_x+\mathrm{D}_y)\log[p(x)-p(y)] \\ &\quad = 2\mathrm{D}_x\log\mathrm{H}(x+y)-2\mathrm{D}_x\log\mathrm{H}(x)-2\mathrm{D}_y\log\mathrm{H}(y), \end{aligned}$$

et ensuite

$$(\mathrm{D}_x+\mathrm{D}_y)^2\log[p(x)-p(y)]=-4p(x+y)+2p(x)+2p(y);$$

on obtient ainsi la formule d'addition de la fonction $p(x)$ sous la forme suivante, due à M. Hermite, qui a fait un emploi systématique des dérivées

logarithmiques relativement aux fonctions elliptiques

(5') $\quad 2p(x+y)=p(x)+p(y)-\frac{1}{2}(D_x+D_y)^2\log[p(x)-p(y)];$

on obtient la formule ordinaire en remplaçant, dans la formule (5') développée, $p''(x)-p''(y)$ par $6[p^2(x)-p^2(y)]$.

» Si l'on voulait rattacher la fonction $p(x)$ à la fonction $f(x)$, dont les pôles sont distincts, on prendrait $R=\frac{1}{p-\pi}$, et en faisant tendre p et π, fonctions d'un même paramètre, vers la limite commune zéro, on verrait que la fonction $p(x)$ est la limite vers laquelle tend la fonction $f(x)-C$; la formule (5) donnerait alors, pour la fonction p, une formule en $-D_y(D_x+D_y)$, qui, ajoutée à celle que l'on obtient en échangeant x et y, donne la formule (5').

» 4. Les formules (3), (4), (5) s'obtiennent encore comme il suit. Liouville a démontré que toute fonction elliptique $F(x)$ s'exprime rationnellement au moyen d'une fonction elliptique du second ordre aux mêmes périodes, soit $f(x)$, et de sa dérivée $f'(x)$; M. H. Laurent a donné, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1878, p. 399, l'expression explicite de $F(x)$, en intégrant les deux fonctions $\frac{F(z)\times f'(x)}{f(z)-f(x)}$ et $\frac{F(z)\times f'(z)}{f(z)-f(x)}$ le long d'un parallélogramme des périodes, conformément à la méthode de M. Hermite, mais on peut améliorer ses formules; si l'on imite, en effet, le mode de calcul employé par M. Hermite, dans la Note ajoutée au *Cours de Calcul différentiel et intégral* de J.-A. Serret, 4e édition, p. 876, pour obtenir les résidus du produit $F(z)\times D_x\log H(x-z)$, on arrive à ceci : a étant un pôle de $F(x)$, α son degré de multiplicité, on peut poser, sans tenir compte de la partie entière en ε,

$$F(a+\varepsilon)=\frac{A_0}{\varepsilon}+\frac{A_1}{\varepsilon^2}+\ldots+\frac{A_{\alpha-1}}{\varepsilon^\alpha},$$

et les formules de M. Laurent peuvent s'écrire, en désignant par s la somme des pôles p et π de la fonction $f(x)$,

$$[3] \qquad F(x)-F(s-x)=\sum_0^{\alpha-1}\frac{A_i}{i!}D_a^iD_x\log[f(x)-f(a)]+\ldots,$$

$$[4] \quad F(x)+F(s-x)-F(p)-F(\pi)=-\sum_0^{\alpha-1}\frac{A_i}{i!}D_a^{i+1}\log[f(x)-f(a)]+\ldots,$$

$$[5] \quad 2F(x)=F(p)+F(\pi)+\sum_0^{\alpha-1}\frac{A_i}{i!}D_a^i(D_x-D_a)\log[f(x)-f(a)]+\ldots,$$

la somme indiquée par $+\ldots$ étant relative aux pôles principaux.

» Si la fonction $F(x)$ est la fonction $f(x+y)$, y étant une constante, les formules précédentes donnent les formules (3), (4), (5); si $f(x)$ devient $p(x)$, $F(x)$ étant $p(x+y)$, la formule [5] donne la formule en $-D_y(D_x+D_y)$ dont on a parlé.

» 5. Si l'on applique à la fonction $f(x) = \frac{\varphi'(a)}{\varphi(x)-\varphi(a)}$, $\varphi(x)$ étant une fonction elliptique du second ordre, les formules (3), (4), (5) écrites avec un seul pôle $p=a$, on obtient pour $\varphi(x)$ des formules d'addition renfermant un paramètre arbitraire a, et qui ont été données par M. Hermite. Inversement, si a tend vers un pôle de $\varphi(x)$, les formules de M. Hermite se simplifient, se transforment, et l'on a les formules (3), (4), (5). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions entières $x_1 \ldots x_n$, $\varkappa_1 \ldots \varkappa_n$, k de l'équation* $x_1 \operatorname{arctang}\frac{1}{\varkappa_1} + x_2 \operatorname{arctang}\frac{1}{\varkappa_2} + \ldots + x_n \operatorname{arctang}\frac{1}{\varkappa_n} = k\frac{\pi}{4}$. Note de M. **Carl Stormer**, présentée par M. Poincaré.

« J'ai trouvé le théorème suivant :

» Théorème. — *Pour que les nombres entiers $\varkappa_1, \varkappa_2, \ldots, \varkappa_n$ satisfassent à l'équation*

$$(1) \qquad x_1 \operatorname{arctang}\frac{1}{\varkappa_1} + x_2 \operatorname{arctang}\frac{1}{\varkappa_2} + \ldots + x_n \operatorname{arctang}\frac{1}{\varkappa_n} = k\frac{\pi}{4}$$

aux multiples de $\frac{\pi}{2}$ près, $x_1, x_2, \ldots, x_n$ étant des nombres entiers et positifs et k étant 0 *ou* 1, *il faut et il suffit que*

$$\begin{gathered}
1+\varkappa_1^2 = 2^{\delta_1} p_1^{(\alpha_1)} p^{(\beta_1)} \ldots p_m^{(\nu_1)} \ldots p_s^{(\rho_1)} = 2^{\delta_1} \Pi p_m^{(\nu_1)}, \\
1+\varkappa_2^2 = 2^{\delta_2} p_1^{(\alpha_2)} p_2^{(\beta_2)} \ldots p_m^{(\nu_2)} \ldots p_s^{(\rho_2)} = 2^{\delta_2} \Pi p_m^{(\nu_2)}, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
1+\varkappa_n^2 = 2^{\delta_n} p_1^{(\alpha_n)} p_2^{(\beta_n)} \ldots p_m^{(\nu_n)} \ldots p_s^{(\rho_n)} = 2^{\delta_n} \Pi p_m^{(\nu_n)},
\end{gathered}$$

où $\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_n$ sont $=0$ ou $=1$, de telle manière que $x_1\delta_1 + x_2\delta_2 + \ldots + x_n\delta_n + k$ soit pair, et $p_1, p_2, \ldots, p_m, \ldots, p_s$ sont des nombres premiers réels de la forme $4a+1$ et où $\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_n$ sont des nombres entiers ou 0 *assujettis à la relation*

$$x_1\nu_1 + x_2\nu_2 + \ldots + x_n\nu_n = 0.$$

[(z) désigne comme d'ordinaire la valeur absolue de z] *et que $\varkappa_\lambda + \varkappa_\mu$ soit*

divisible par p_m, si le produit correspondant $\nu_\lambda \nu_\mu$ est négatif, et non divisible par p_m, si ce produit est positif ou $= 0$.

» Pour démontrer ce théorème, rappelons-nous la formule connue

$$P = (\varkappa_1 + i)^{x_1}(\varkappa_2 + i)^{x_2}\ldots(\varkappa_n + i)^{x_n}(1 - i)^k$$
$$= M e^{i\left(x_1 \operatorname{arc tang} \frac{1}{\varkappa_1} + x_2 \operatorname{arc tang} \frac{1}{\varkappa_2} + \ldots + x_n \operatorname{arc tang} \frac{1}{\varkappa_n} - k\frac{\pi}{4}\right)},$$

où M est le produit des modules du premier membre et i l'unité imaginaire.

» On voit, par cette formule, que la condition nécessaire et suffisante pour que l'équation (1) soit satisfaite aux multiples de $\frac{\pi}{2}$ près est que le produit au premier membre soit réel ou purement imaginaire. *Appliquons ici la théorie des nombres entiers complexes donnée par Gauss.* Posons d'abord

$$\varkappa_1 + i = (1 - i)^{\delta_1}(a_1 + ib_1), \qquad \ldots,$$
$$\varkappa_\lambda + i = (1 - i)^{\delta_\lambda}(a_\lambda + ib_\lambda), \qquad \ldots,$$
$$\varkappa_n + i = (1 - i)^{\delta_n}(a_n + ib_n), \qquad \ldots,$$

δ_λ étant $= 0$, si $1 + \varkappa_\lambda^2$ est impair, et $= 1$ si $1 + \varkappa_\lambda^2$ est pair. $1 + \varkappa_\lambda^2$ n'étant pas divisible par 4, $a_\lambda + ib_\lambda$ n'est pas divisible par $1 \pm i$ et le diviseur commun à $\varkappa_\lambda + i$ et $\varkappa_\lambda - i$, dont le module est le plus grand possible, étant $2i$, les nombres $a_\lambda + ib_\lambda$ et $a_\lambda - ib_\lambda$ sont premiers entre eux. De plus, aucune puissance $(a_\lambda + ib_\lambda)^x$ ne contient de diviseur premier réel > 1, parce que ce diviseur serait commun à $a_\lambda + ib_\lambda$ et $a_\lambda - ib_\lambda$ qui sont premiers entre eux.

» En substituant ces valeurs on aura

$$P = (1 - i)^\delta (a_1 + ib_1)^{x_1}\ldots(a_\lambda + ib_\lambda)^{x_\lambda}\ldots(a_n + ib_n)^{x_n},$$
$$\delta = x_1\delta_1 + x_2\delta_2 + \ldots + x_n\delta_n + k.$$

» P étant réel ou purement imaginaire et $a_\lambda + ib_\lambda$ n'étant pas divisible par $1 \pm i$, *il faut, d'abord, que δ soit pair.* De plus, il faut que tous les nombres premiers complexes qui divisent P soient conjugués deux à deux. Soient $p_1, p_2, \ldots, p_m, \ldots, p_s$ tous les nombres premiers réels qui divisent $(a_1^2 + b_1^2), \ldots, (a_\lambda^2 + b_\lambda^2), \ldots, (a_n^2 + b_n^2)$. Comme on le sait, chacun de ces nombres p_m est un produit de 2 nombres premiers complexes, et conjugués, $p_m = (u_m + iv_m)(u_m - iv_m)$, et aura la forme $4a + 1$.

» Par conséquent, les seuls nombres premiers complexes autres que $1 \pm i$ qui divisent P sont $u_1 \pm iv_1, \ldots, u_\lambda \pm iv_\lambda, \ldots, u_s \pm iv_s, \ldots$. Mettons

en évidence les diviseurs $u_m \pm iv_m$ et posons

$$a_1 + ib_1 = (u_m \pm iv_m)^{|\nu_1|} c_1, \qquad \ldots,$$
$$a_\lambda + ib_\lambda = (u_m \pm iv_m)^{|\nu_\lambda|} c_\lambda, \qquad \ldots,$$
$$a_n + ib_n = (u_m \pm iv_m)^{|\nu_n|} c_n, \qquad \ldots,$$

où ν_λ *est un entier positif, si* $a_\lambda + ib_\lambda$ *est divisible par* $u_m + iv_m$, *un entier négatif si* $a_\lambda + ib_\lambda$ *est divisible par* $u_m - iv_m$ *et égal à* o, *si* $a_\lambda + ib_\lambda$ *n'est divisible ni par* $u_m + iv_m$ *ni par* $u_m - iv_m$.

» $c_1, \ldots, c_\lambda, \ldots, c_n$ sont des nombres entiers complexes qui ne sont divisibles ni par $u_m + iv_m$ ni par $u_m - iv_m$.

» Pour que P soit réel ou purement imaginaire, il faut évidemment que la somme des exposants $x_\lambda |\nu_\lambda|$ des diviseurs $u_m + iv_m$ qui le divisent soit égale à la somme des exposants des diviseurs $u_m - iv_m$. En se rappelant que les ν, dans la première somme, sont tous positifs et ceux de la seconde tous négatifs, cette condition peut s'écrire

$$\Sigma x_\lambda \nu_\lambda = 0,$$

la sommation étant étendue à tous les ν qui sont plus grands ou plus petits que o. En ajoutant ici les produits $x\nu$ qui sont égaux à o et en disposant convenablement les termes, il vient

$$x_1\nu_1 + x_2\nu_2 + \ldots + x_n\nu_n = 0.$$

» On aura de cette manière

$$\begin{aligned} \varkappa_\lambda + i &= (1 - i)^{\delta_\lambda}(a_\lambda + ib_\lambda) \\ &= \varepsilon_\lambda (1 - i)^{\delta_\lambda}(u_1 \pm iv_1)^{|\alpha_\lambda|} \ldots (u_m \pm iv_m)^{|\nu_\lambda|} \ldots (u_s \pm iv_s)^{|\rho_\lambda|}, \end{aligned}$$

où ε_λ est une unité et $\alpha_\lambda, \ldots, \rho_\lambda$ sont des nombres entiers ou analogues aux nombres ν_λ. En prenant les normes, on aura

$$1 + \varkappa_\lambda^2 = 2^{\delta_\lambda} p_1^{|\alpha_\lambda|} \ldots p_m^{|\nu_\lambda|} \ldots p_s^{|\rho_\lambda|} = 2^{\delta_\lambda} \pi p_m^{|\nu_\lambda|},$$

ce qui est l'expression cherchée.

» De plus, $\varkappa_\lambda + \varkappa_\mu = \varkappa_\lambda + i + \varkappa_\mu - i$ sera divisible par $u_m \pm iv_m$ si $\varkappa_\lambda + i$ est divisible par $u_m \pm iv_m$, $\varkappa_\mu + i$ divisible par $u_m \mp iv_m$, c'est-à-dire si le produit correspondant $\nu_\lambda \nu_\mu$ est négatif et non divisible dans tous les autres cas; mais, $\varkappa_\lambda + \varkappa_\mu$ étant réel, il sera divisible par p_m ou non sous les mêmes conditions.

» *Les conditions indiquées sont donc nécessaires;* je démontrerai dans une prochaine Note qu'elles sont suffisantes. »

ANALYSE. — *Sur certains invariants relatifs au groupe de Hesse.* Note de M. **Boulanger**, présentée par M. Picard.

« Le groupe de Hesse comprend 216 substitutions dérivées des suivantes :

$$\begin{array}{l|l|l|l|l}
u' = v & u & u & u & u + v + w \\
v' = w & w & \varepsilon v & \varepsilon v & u + \varepsilon v + \varepsilon^2 w \\
w' = u & v & \varepsilon^2 w & \varepsilon w & u + \varepsilon^2 v + \varepsilon w
\end{array} \Bigg\} \quad \text{où} \quad \varepsilon = e^{\frac{2\pi i}{3}}.$$

» Le système complet de ses formes invariantes (c'est-à-dire reproduites à un facteur numérique près par les substitutions du groupe) est

$$\left.\begin{array}{l}
A = \sigma^2 - 12\rho \\
B = \sigma^4 + 8\sigma\tau^3 \\
C = 4(\tau^4 - \sigma^3\tau) \\
D = \sigma^6 - 20\sigma^3\tau^3 - 8\tau^6 \\
K = (u^3 - v^3)(v^3 - w^3)(w^3 - u^3)
\end{array}\right\} \quad \text{où} \quad \left\{\begin{array}{l}
\sigma = u^3 + v^3 + w^3 \\
\tau = 3uvw \\
\rho = u^3v^3 + v^3w^3 + w^3u^3.
\end{array}\right.$$

» Entre ces formes existent d'ailleurs les relations

$$(1) \qquad \left\{\begin{array}{l}
B^3 + C^3 = D^2, \\
A^3 - 3AB + 2D = 432K^2.
\end{array}\right.$$

» *Les fonctions fondamentales,* x et y, de degré zéro en u, v, w, *absolument invariantes par les substitutions du groupe, sont définies par les égalités*

$$\frac{x}{3AB} = \frac{x-1}{A^3 - 432K^2} = \frac{1}{2D},$$
$$\frac{y}{D^2} = \frac{y-1}{C^3} = \frac{1}{B^3}.$$

qui comprennent les identités (1).

» Pour des substitutions linéaires non homogènes, il suffit de faire dans ces formules $w = 1$.

» *Toute fonction rationnelle de* u *et de* v, *absolument invariante par les substitutions du groupe, est une fonction rationnelle de* x *et de* y.

» D'autre part, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 31 mai 1887, M. Painlevé a signalé qu'à tout groupe fini de substitutions linéaires à deux variables non homogènes u, v, correspondent quatre invariants I, J, M, N analogues à la fonction de M. Schwarz pour les groupes à une va-

riable; x et y étant les fonctions fondamentales invariantes ci-dessus, soit

$$I\nabla = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}\frac{\partial u}{\partial x},$$

$$3M\nabla = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}\frac{\partial u}{\partial y} + 2\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y}\frac{\partial u}{\partial x}\right),$$

où

$$\nabla = \frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y};$$

J et N se déduisent de I et de M en permutant à la fois (u, v) et (x, y).

» *Considérées comme fonctions de x et y*, I, J, M, N *sont liés par les relations*

$$\frac{\partial^2 I}{\partial y^2} - 2\frac{\partial^2 M}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + 3\frac{\partial(M^2+IN)}{\partial y} + M^3\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{N}{M^2}\right) - \frac{1}{J}\frac{\partial(J^2 I)}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial^2 J}{\partial x^2} - 2\frac{\partial^2 N}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} + 3\frac{\partial(N^2+JM)}{\partial x} + N^3\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{M}{N^2}\right) - \frac{1}{I}\frac{\partial(I^2 J)}{\partial y} = 0.$$

» Regardant x et y comme fonctions de u et v, et posant

$$\Delta = \frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v} - \frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial y}{\partial u},$$

on a

$$I\Delta^2 = \frac{\partial^2 y}{\partial u^2}\left(\frac{\partial y}{\partial v}\right)^2 - 2\frac{\partial^2 y}{\partial u\,dv}\frac{\partial y}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v} + \frac{\partial^2 y}{\partial v^2}\left(\frac{\partial y}{\partial u}\right)^2,$$

$$3M\Delta^2 = \frac{\partial\Delta}{\partial v}\frac{\partial y}{\partial u} - \frac{\partial\Delta}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v}$$
$$-3\left[\left(\frac{\partial^2 y}{\partial u^2}\frac{\partial y}{\partial v} - \frac{\partial^2 y}{\partial u\,\partial v}\frac{\partial y}{\partial u}\right)\frac{\partial x}{\partial v} + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial v^2}\frac{\partial y}{\partial u} - \frac{\partial^2 y}{\partial u\,\partial v}\frac{\partial y}{\partial v}\right)\frac{\partial x}{\partial u}\right],$$

avec des expressions analogues pour J et N. Les fonctions I, J, M, N, rationnelles en u, v et invariantes par les substitutions du groupe, sont des fonctions rationnelles de x et y. Je les ai *formées dans le cas du groupe de Hesse*. Malgré l'emploi systématique de quelques artifices, les calculs sont très longs, et je ne puis qu'en transcrire ici les résultats :

$$I = \frac{12y(y-1)}{27(x-1)-4x^3y},$$

$$M = \frac{9(1-4x)+4(x+6)xy}{2[27(x-1)-4x^3y]},$$

$$N = \frac{2}{9(1-y)} - \frac{1}{y} + \frac{5x^2y - 4x^2y^2 + 24x - 9y + 18}{3y^2[4x^3y - 27(x-1)]},$$

$$J = \frac{13x-1}{24y^2} + \frac{21x+1}{72y(y-1)} - \frac{2x^2y^2+3y^2-9}{4y^3(y-1)[4x^3y-27(x-1)]}$$
$$+ \frac{10x^3y - 8x^3y^2 + 48x^2 + 81x^2y - 108xy + 36x - 18y}{12y^3[4x^3y - 27(x-1)]}.$$

Ces fonctions permettent de former le *type canonique* suivant :

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \mathrm{M}\dfrac{\partial z}{\partial x} - \mathrm{I}\dfrac{\partial z}{\partial y} + \left[2(\mathrm{M}^2+\mathrm{IN}) - \dfrac{\partial \mathrm{M}}{\partial x} + \dfrac{\partial \mathrm{I}}{\partial y}\right] z, \\ \dfrac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = -\mathrm{N}\dfrac{\partial z}{\partial x} - \mathrm{M}\dfrac{\partial z}{\partial y} + \left[\mathrm{IJ} - \mathrm{MN} + \dfrac{\partial \mathrm{M}}{\partial y} + \dfrac{\partial \mathrm{N}}{\partial x}\right] z, \\ \dfrac{\partial^2 z}{\partial y^2} = -\mathrm{J}\dfrac{\partial z}{\partial x} + \mathrm{N}\dfrac{\partial z}{\partial y} + \left[2(\mathrm{N}^2+\mathrm{IM}) - \dfrac{\partial \mathrm{N}}{\partial y} + \dfrac{\partial \mathrm{J}}{\partial x}\right] z, \end{cases}$$

de système complet *intégrable algébriquement*, et dont l'intégrale générale est la famille de surfaces de degré 216×81,

$$x = \frac{3\,\mathrm{AB}}{2\,\mathrm{D}}, \qquad y = \frac{\mathrm{D}^2}{\mathrm{B}^3}, \qquad z^3 = \frac{\mathrm{KC}^2}{\mathrm{B}^3}(\alpha u + \beta v + \gamma)^3,$$

A, ..., K étant les fonctions ci-dessus où $w = 1$ et α, β, γ trois constantes arbitraires.

» On peut en déduire tous les systèmes complets de la forme

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 z}{\partial x^2} = a_1\dfrac{\partial z}{\partial x} + a_2\dfrac{\partial z}{\partial y} + a_3 z, \\ \dfrac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = b_1\dfrac{\partial z}{\partial x} + b_2\dfrac{\partial z}{\partial y} + b_3 z, \\ \dfrac{\partial^2 z}{\partial y^2} = c_1\dfrac{\partial z}{\partial x} + c_2\dfrac{\partial z}{\partial y} + c_3 z, \end{cases}$$

à coefficients rationnels en x, y, dont l'intégrale générale est algébrique et dont le groupe est celui de Hesse. Il suffit de remplacer, dans le système (2), x et y par des fonctions rationnelles arbitraires de x et de y.

» Les calculs sont analogues pour le groupe de 168 substitutions de M. Klein, mais ils sont beaucoup plus compliqués. »

ALGÈBRE. — *Sur les groupes d'opérations*. Note de M. **Levasseur**, présentée par M. Picard.

« I. Il semble qu'il y a avantage à introduire, comme exposants des opérations, les imaginaires de Galois. Voici comment : j'imagine un groupe G de p^ϖ opérations d'ordre p, toutes échangeables entre elles deux à deux, p étant un nombre premier quelconque. Soit $f(x)$ un polynome entier à coefficients entiers, irréductible suivant le module p, et prenons la congruence $f(x) \equiv 0 \pmod{p}$ comme congruence fondamentale. Soit $i = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{\varpi-1} x^{\varpi-1}$, ϖ étant le degré de $f(x)$, une imaginaire de Galois. Soit $b_0, b_1, \ldots, b_{\varpi-1}$ les ϖ opérations échangeables qui

engendrent le groupe G. J'imagine une opération unique a, et je définis a^j par l'égalité

$$a^j = b_0^{a_0} b_1^{a_1} b_2^{a_2} \dots b_{\pi-1}^{a_{\pi-1}}$$

avec les conventions $(a^j)^{j'} = (a^{j'})^j = a^{jj'}$. *De cette façon, toutes les opérations du groupe* G *seront représentées par les puissances réelles ou imaginaires de* a.

» Voici une application immédiate. Soit b une autre opération d'ordre q, n'appartenant pas au groupe G. Supposons q premier, inférieur à p. Dans un groupe d'ordre $p^\varpi q$, il y a toujours un sous-groupe distingué d'ordre p^ϖ. Supposons que ce sous-groupe soit G. Si nous supposons que l'imaginaire j appartient à l'exposant q [mod. $p, f(x)$] on peut imaginer un isomorphisme du groupe G en lui-même, défini par la formule

$$a^i b^\nu = b^\nu a^{ij_\nu},$$

où i, j sont pris suivant les modules $p, f(x)$, et ν suivant le module q.

» Le groupe $G_{p^\varpi q}$ ainsi obtenu sera défini par les équations

$$(a^j)^p = 1 \text{ (j étant pris suivant les modules $p, f(x)$)},$$
$$(b^\lambda)^q = 1 \text{ (λ étant pris suivant le module q)},$$

et

$$ab = ba^i,$$

i étant l'un quelconque des nombres imaginaires de Galois appartenant à l'exposant q [mod. $p, f(x)$].

» Un autre exemple nous est fourni par un groupe spécial à l'ordre 56, défini par les équations

$$a^2 = b^2 = c^2 = 1, \quad ab = ba, \quad ac = ca, \quad bc = cb, \quad d^7 = 1,$$

et

$$\overline{d} = (a, b, c, ab, bc, abc, ac) \dots$$

(ce qui veut dire que d transforme a en b, b en c, etc., ac en a).

» Prenons pour congruence fondamentale $x^3 - x - 1 = 0$ (mod. 2), x étant l'une des racines de la congruence fondamentale. Posons $\alpha^{x^0} = a$, $\alpha^x = b$, $\alpha^{x^2} = c$; alors l'équation

$$\overline{d} = (a, b, c, ab, bc, abc, ac)$$

sera remplacée par la suivante :

$$\alpha d = d\alpha^x.$$

» Les substitutions génératrices du groupe Ω correspondant sont, en n'écrivant que les indices,

$$\alpha^j = (h, k;\ h+j, k),$$
$$d = (h, k;\ hx, k+1),$$

h et j sont pris suivant les modules 2, $x^3 - x - 1$; k suivant le module q. La notation employée signifie que α^j par exemple remplace $y_{h,k}$ par $y_{h+j,k}$.

» II. Parmi les groupes d'opérations d'ordre 32 que j'ai déjà en ma possession, je citerai les suivants : le premier est défini par les équations

$$a^8 = 1, \quad b^4 = 1 \quad (ab)^2 = 1, \quad (a^{-1}b)^2 = 1.$$

Le deuxième est défini par les équations

$$a^8 = 1, \quad b^4 = 1, \quad ab = b^3a^3, \quad ab^2 = b^2a.$$

Pour le troisième on a

$$a^8 = 1, \quad b^4 = 1, \quad ab = b^3a^3, \quad a^3b = b^3a^5.$$

Pour le quatrième

$$a^8 = 1, \quad b^8 = 1, \quad a^4 = b^4, \quad ab = b^3a^3, \quad a^3b = b^3a, \quad ab^2 = b^2a^5,$$

Pour le cinquième

$$a^8 = 1, \quad b^8 = 1, \quad a^4 = b^4, \quad ab = b^3a^3, \quad ab^2 = b^2a, \quad ab^3 = ba^7.$$

Pour le sixième

$$a^8 = 1, \quad b^8 = 1, \quad a^4 = b^4, \quad ab = b^3a^7, \quad ab^2 = b^2a^5, \quad ab^3 = ba^7.$$

Un autre est engendré par les deux opérations a et b, telles qu'on ait

$$a^4 = 1, \quad b^4 = 1, \quad (ab)^2 = 1, \quad (a^2b^2)^2 = 1.$$

Enfin, pour le dernier que je veux citer, on a

$$a^4 = 1, \quad b^4 = 1, \quad (ab)^4 = 1, \quad ab^2 = b^2a, \quad a^2b = ba^2.$$

J'ai déjà trouvé plus de 75 groupes distincts, et je n'ai pas encore terminé l'énumération. »

NAVIGATION. — *Théorie du tangage sur une mer houleuse.* Note de M. A. **Kriloff**, présentée par M. Guyou.

« La théorie du roulis est fondée sur l'hypothèse que les dimensions transversales du navire sont petites par rapport à celles de la vague. Cette hypothèse est inadmissible pour le tangage et c'est pour cela qu'il n'en existe pas de théorie.

» Je tâche dans cette Note d'en donner une ébauche, m'affranchissant de ladite hypothèse.

» Soit un navire dirigé dans le sens du mouvement des vagues; en ne considérant que ses oscillations verticales, on peut déterminer sa position par l'ordonnée ζ de son centre de gravité et par l'angle θ de son inclinaison. Les équations du mouvement du navire sont alors

$$(1)\qquad \frac{P}{g}\frac{d^2\zeta}{dt^2} = P - \int_s p\cos(\widehat{nz})\,dS - R,$$

$$(2)\qquad K\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\int_s p\left[x\cos(\widehat{nz}) - z\cos(\widehat{nx})\right]dS - M_R,$$

P étant le poids du navire, K son moment d'inertie, R et M_R la résistance et le moment de la résistance de l'eau, p la pression hydrodynamique; les intégrales se rapportant à toute la surface immergée du navire.

» En supposant la houle trochoïdale, toutes ces intégrales peuvent être calculées. En effet, toutes les propriétés de la houle sont exprimées par les trois équations que voici :

$$(3)\qquad x - a = re^{-\frac{2\pi c}{\lambda}}\sin 2\pi\left(\frac{a}{\lambda} - \frac{t}{\tau}\right),$$

$$(4)\qquad z - c = re^{-\frac{2\pi c}{\lambda}}\cos 2\pi\left(\frac{a}{\lambda} - \frac{t}{\tau}\right),$$

$$(5)\qquad p - p_0 = g\rho\left[c - \frac{\pi}{\lambda}r^2\left(1 - e^{-\frac{4\pi c}{\lambda}}\right)\right].$$

» Remarquant que

$$(6)\qquad \begin{cases} \displaystyle\int_s p\cos(\widehat{nz})\,dS = \int_V \frac{\partial p}{\partial z}\,dV \\ \text{et} \\ \displaystyle\int_s p\left[x\cos(\widehat{nz}) - z\cos(\widehat{nx})\right]dS = \int_V \left(x\frac{\partial p}{\partial z} - z\frac{\partial p}{\partial x}\right)dV, \end{cases}$$

et que par les équations (3), (4), (5)

$$(7)\qquad \frac{\partial p}{\partial x}=\frac{2\pi}{\lambda}g\rho(x-a),\qquad \frac{\partial p}{\partial z}=g\rho\left[1+\frac{2\pi}{\lambda}(z-c)\right].$$

» On développera par la formule de Lagrange les fonctions $\frac{2\pi}{\lambda}(x-a)$ et $\frac{2\pi}{\lambda}(z-c)$ d'après les puissances croissantes de la petite quantité $\frac{2\pi r}{\lambda}$; on fera de même pour la fonction z_0, ordonnée du profil de la surface de la vague au moment t. On aura alors

$$(8)\qquad \frac{2\pi}{\lambda}(x-a)=\frac{2\pi r}{\lambda}e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}}\sin 2\pi\left(\frac{x}{\lambda}-\frac{t}{\tau}\right)+\ldots,$$

$$(9)\qquad \frac{2\pi}{\lambda}(z-c)=\frac{2\pi r}{\lambda}e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}}\cos 2\pi\left(\frac{x}{\lambda}-\frac{t}{\tau}\right)+\frac{4\pi^2 r^2}{\lambda^2}e^{-\frac{4\pi z}{\lambda}}+\ldots,$$

$$(10)\qquad z_0=\frac{\pi r^2}{\lambda}+r\cos 2\pi\left(\frac{x}{\lambda}-\frac{t}{\tau}\right)-\frac{\pi r^2}{\lambda}\cos 4\pi\left(\frac{x}{\lambda}-\frac{t}{\tau}\right)+\ldots.$$

» En substituant dans les formules (6), on a

$$\frac{1}{g\rho}\int_V\frac{\partial p}{\partial z}dV=\int_V dV+\frac{2\pi r}{\lambda}\int_V e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}}\cos 2\pi\left(\frac{x}{\lambda}-\frac{t}{\tau}\right)dV+\frac{4\pi r^2}{\lambda^2}\int_V e^{-\frac{4\pi z}{\lambda}}dV+\ldots.$$

» Pour le calcul de ces intégrales, on procédera comme pour la première d'entre elles

$$\int_V dV=\int_{-L}^{+L}\int_{z_0}^{h+\zeta+\theta x}y\,dz\,dx=\int_{-L}^{+L}dx\int_{z_0}^{\zeta+\theta x}y\,dz+\int_{-L}^{+L}\int_{\zeta+\theta x}^{h+\zeta+\theta x}y\,dz\,dx,$$

L étant la demi-longueur du navire, h son tirant d'eau. L'intégrale $\int^{\zeta+\theta x}y\,dz$ peut être calculée en remarquant qu'elle ne se rapporte qu'aux parties du navire proches de sa flottaison, donc presque cylindriques. Alors y est indépendant de z et égal à y_0 l'ordonnée de la flottaison, en sorte que

$$\int_{-L}^{+L}dx\int_{z_0}^{\zeta+\theta x}y\,dz=\int_{-L}^{+L}y_0(\zeta+\theta x-z_0)dx=\zeta\int_{-L}^{+L}y_0\,dx+\theta\int_{-L}^{+L}xy_0\,dx-\int_{-L}^{+L}z_0y_0\,dx.$$

» Dans la seconde des intégrales doubles, on fera

$$z=\zeta+\theta x+z';$$

alors les limites pour z' seront o et h. En substituant pour z_0 sa valeur, en

développant les autres intégrales en séries procédant suivant les puissances de $\frac{\zeta}{\lambda}$ et $\frac{\theta}{\lambda}$, et séparant ensuite les termes en $\cos\frac{2\pi t}{\tau}$ et $\sin\frac{2\pi t}{\tau}$, et supposant la résistance de l'eau proportionnelle à la vitesse simple, on parviendra aux deux équations que voici :

$$\frac{P}{g}\frac{d^2\zeta}{dt^2} + 2N\frac{d\zeta}{dt} + \zeta q S_0 = q\left(rm'_0\cos\frac{2\pi t}{\tau} + rn'_0\sin\frac{2\pi t}{\tau}\right)$$
$$+ \alpha q r H_0 - \alpha q(\zeta m'_0 + \theta m'_1)\cos\frac{2\pi t}{\tau} - \alpha q(\zeta n'_0 + \theta n'_1)\sin\frac{2\pi t}{\tau} + \ldots,$$

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2N\frac{d\theta}{dt} + qI\theta = q\left(re'_1\cos\frac{2\pi t}{\tau} + rg'_1\sin\frac{2\pi t}{\tau}\right)$$
$$+ \alpha q(\zeta h'_1 + \theta h'_2)\cos\frac{2\pi t}{\tau} + \alpha q(\zeta f'_1 + \theta f'_2)\sin\frac{2\pi t}{\tau} + \ldots,$$

où l'on a posé $q = g\rho$ et $\alpha = \frac{2\pi r}{\lambda}$,

$$m'_0 = a'_0 - \frac{2\pi}{\lambda}A'_0, \qquad n'_0 = b'_0 - \frac{2\pi}{\lambda}B'_0, \qquad H_0 = S_0 - \frac{2\pi}{\lambda}V''_0,$$
$$m'_1 = a'_1 - \frac{2\pi}{\lambda}A'_1, \qquad n'_1 = b'_1 - \frac{2\pi}{\lambda}B'_1,$$
$$e'_1 = a'_1 + \frac{2\pi}{\lambda}D'_0, \qquad g'_1 = b'_1 - \frac{2\pi}{\lambda}C'_0,$$
$$h'_1 = e'_1 - B'_0, \qquad f'_1 = g'_1 - A'_0,$$

où

$$a'_0 = \int_{-L}^{+L} y_0\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx, \qquad b'_0 = \int_{-L}^{+L} y_0\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx,$$
$$a'_1 = \int_{-L}^{+L} y_0 x\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx, \qquad b'_1 = \int_{-L}^{+L} y_0 x\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx,$$
$${}_0S = \int_{-L}^{+L} y_0\,dx, \qquad I = \int_{-L}^{+L} y_0 x^2\,dx, \qquad V''_0 = \int_{-L}^{+L}\int_0^h e^{-\frac{4\pi z}{\lambda}} y\,dz\,dx,$$
$$A'_0 = \int_{-L}^{+L}\int_0^h e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}} y\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx\,dz, \qquad B'_0 = \int_{-L}^{+L}\int_0^h e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}} y\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\,dz\,dx,$$
$$A'_1 = \int_{-L}^{+L}\int_0^h e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}} yx\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx\,dz, \qquad B'_1 = \int_{-L}^{+L}\int_0^h e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}} yx\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx\,dz,$$
$$C'_0 = \int_{-L}^{+L}\int_0^h z e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}} y\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx\,dz, \qquad D'_0 = \int_{-L}^{+L}\int_0^h z e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}} y\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\,dx\,dz,$$

toutes ces intégrales étant immédiatement calculables par les plans des

formes du navire, et les deux équations pouvant être intégrées par la méthode des approximations successives, dont la première ($\alpha = 0$) suffit pour la pratique. »

PHYSIQUE. — *Quelques propriétés des rayons de Röntgen.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« I. J'avouerai d'abord que je n'ai sur la découverte du professeur Röntgen que des renseignements assez vagues, tirés des journaux quotidiens, et que j'ignore encore quelles sont, au juste, ses expériences.

» Quoi qu'il en soit, voici celles que j'ai tentées.

» J'ai répété d'abord celle-là même qui constitue la découverte : si, en présence d'un tube de Crookes en activité, on place un châssis photographique chargé et fermé, sur lequel sont disposés différents objets; puis, si l'on révèle la plaque à la manière ordinaire, on y voit apparaître la silhouette de certains de ces objets; *quelque chose* qui émane du tube est donc venu impressionner la plaque au travers des corps interposés. C'est le rayonnement de Röntgen.

» Ces rayons *ne sont pas des rayons cathodiques;* ceux-ci ne pourraient, en effet, sortir d'un tube à vide qu'au travers d'une paroi de quelques microns d'épaisseur ([1]), tandis que les rayons de Röntgen agissent facilement hors d'un tube dont la paroi peut avoir 1^{mm}.

» II. Je recueillis ensuite quelques indications sur le degré de transparence de divers corps.

» Le bois, le papier, la cire, la paraffine, l'eau se montrèrent très transparents, l'influence de l'épaisseur restant cependant nette. Viendraient ensuite, à peu près rangés par ordre d'opacité croissante, le charbon, l'os, l'ivoire, le spath, le verre, le quartz (parallèle ou perpendiculaire à l'axe), le sel gemme, le soufre, le fer, l'acier, le cuivre, le laiton, le mercure, le plomb. Ces résultats sont encore peu nombreux, et je ne peux songer à les relier par une loi générale; toutefois, on peut remarquer, dès maintenant, que les métaux sont en général moins transparents que les autres corps, mais n'ont pas l'opacité absolue qu'ils présentent pour la lumière. Si, par exemple, on superpose trois lames de fer, d'environ $0^{mm},2$ chacune, l'opacité ne paraît atteinte que dans la région commune aux trois lames.

([1]) Se reporter aux expériences de H. Hertz et de P. Lenard.

» III. J'ai fait ensuite une expérience assez grossière afin de savoir si le rayonnement est bien défini, ou s'il forme seulement une houppe diffuse; en un mot, j'ai cherché si la propagation est *rectiligne*.

» A cet effet, je plaçai devant le tube deux diaphragmes circulaires en laiton (lequel est opaque) distants de quelques centimètres; sur une plaque sensible placée un peu plus loin, j'obtins une tache bien définie, avec ombre et pénombre, et les dimensions de cette tache sont conformes à l'hypothèse d'une propagation rectiligne.

» Il est donc possible d'isoler des pinceaux définis, dont on étudiera les propriétés.

» IV. J'ai tenté de faire réfléchir un pinceau de rayons de Röntgen, défini par deux fentes de $0^{mm},5$, distantes de 4^{cm}. Ce pinceau tombait à 45° sur un miroir d'acier poli, d'où, après réflexion, il aurait pu tomber sur un châssis-charge. Après une heure de pose, on n'obtint absolument aucune impression.

» L'expérience ainsi tentée avec un miroir métallique fut reprise avec une plaque de flint comme miroir. La pose fut portée à sept heures : on n'obtint absolument rien.

» V. Je cherchai de même à les réfracter. Pour cela, dans la moitié inférieure du pinceau défini par le système de fente, j'interposai d'abord un prisme de paraffine de 20°, puis un prisme de cire de 90°. Les deux parties du pinceau devraient donner des images distinctes, s'il y avait réfraction; en fait, ces deux images se prolongent exactement, et l'on peut affirmer que, si la déviation existe, elle est inférieure à 1°.

» VI. Continuant à chercher quelles propriétés des rayons de Röntgen pouvaient coexister avec leur propagation rectiligne, je tentai de former des franges de diffraction.

» La partie active du tube fut placée devant une fente très étroite; à 5^{cm} plus loin fut placée une fente de 1^{mm}, enfin à 10^{cm} plus loin, le châssis chargé et fermé. La pose dura neuf heures; j'obtins une image à bords très nets, sur laquelle on ne voit aucune frange.

» Je mis exactement à la place de la plaque précédente une deuxième plaque sensible, et j'opérai cette fois à châssis ouvert, de manière à recevoir la lumière verte issue du tube; en quelques minutes, cette lumière donna une silhouette exactement superposable à la précédente, mais sur laquelle se voient des franges.

» Si donc le phénomène est périodique, la période est très inférieure à celle de la lumière verte employée.

» Il est bon d'observer que cette expérience, faite très rigoureusement, prouve la propagation rectiligne des rayons de Röntgen. Autour de cette propriété, qu'ils possèdent plus rigoureusement que la lumière, se groupent celles que j'ai signalées dans cette Note.

» VII. Enfin, curieux de voir quel intérêt pratique pouvaient avoir les silhouettes obtenues, j'ai expérimenté quelques tissus vivants, avec le concours de M. Cligny, préparateur de Zoologie à l'École Normale, et de M. Mouton, attaché au Muséum. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie deux clichés qui représentent, avec une grande fidélité, l'ossature et quelques organes d'un pleuronecte et d'une grenouille.

» Les expériences ont pu être faites rapidement, grâce au concours que m'ont prêté, tant au point de vue de la conduite des expériences que de leur exécution pratique, mes professeurs, MM. Violle et Brillouin, et mes amis de l'École Normale [1]. »

Observations au sujet de la Communication de M. Perrin; par M. **Poincaré**.

« M. Röntgen avait déjà reconnu que les rayons X ne se réfractent pas; il avait expérimenté avec des prismes formés de différentes matières; une seule fois, il a cru observer une légère déviation correspondant à un indice de 1,05, mais cette observation reste douteuse.

» Il a vu également que ces rayons ne subissent pas de réflexion régulière, mais il croit qu'ils peuvent éprouver une réflexion irrégulière avec diffusion. »

PHYSIQUE. — *La lumière noire.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. d'Arsonval.

« La publication récente d'expériences de photographie à la lumière d'origine cathodique me détermine à faire connaître, bien qu'elles soient très incomplètes encore, quelques-unes des recherches que je poursuis depuis deux ans sur la photographie à travers les corps opaques *à la lumière ordinaire*. Les deux sujets sont fort différents. Les résultats seuls présentent quelques analogies.

» Les expériences suivantes prouvent que la lumière ordinaire, ou au

---

[1] Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

moins certaines de ses radiations, traverse sans difficulté les corps les plus opaques. L'opacité est un phénomène n'existant que pour un œil comme le nôtre; construit un peu différemment, il pourrait voir aisément à travers les murailles.

» Dans un châssis photographique positif ordinaire introduisons une plaque sensible, au-dessus d'elle un cliché photographique quelconque, puis au-dessus du cliché et en contact intime avec lui une plaque de fer, couvrant entièrement la face antérieure du châssis. Exposons la glace ainsi masquée par la lame métallique à la lumière d'une lampe à pétrole pendant trois heures environ. Un développement énergique et très prolongé de la glace sensible, poussé jusqu'à entier noircissement, donnera une image du cliché très pâle, mais très nette par transparence.

» Il suffit de modifier légèrement l'expérience précédente pour obtenir des images presque aussi vigoureuses que si aucun obstacle n'avait été interposé entre la lumière et la glace sensible. Sans rien changer au dispositif précédent, plaçons derrière la glace sensible une lame de plomb d'épaisseur quelconque et rabattons ses bords de façon qu'ils couvrent légèrement les côtés de la plaque de fer. La glace sensible et le cliché se trouvent ainsi emprisonnés dans une sorte de caisse métallique, dont la partie antérieure est formée par la lame de fer, la partie postérieure et les parties latérales par la lame de plomb. Après trois heures d'exposition à la lumière du pétrole, comme précédemment nous obtiendrons après développement une image vigoureuse.

» Quel est le rôle joué par la lame de plomb dans cette seconde expérience? *Provisoirement* je suppose que le contact des deux métaux étrangers donnerait naissance à de très faibles courants thermo-électriques, dont l'action viendrait s'ajouter à celle des radiations lumineuses ayant traversé la lame de fer.

» J'espère pouvoir déterminer prochainement le rôle des divers facteurs qui peuvent entrer en jeu pour produire les résultats précédents. J'espère aussi pouvoir déterminer les propriétés de la lumière après son passage à travers les corps opaques. L'action que pourrait exercer la chaleur ou celle de la lumière emmagasinée sur les clichés ont déjà été entièrement éliminées dans mes expériences.

» La lumière solaire donne les mêmes résultats que la lumière du pétrole et ne paraît pas agir d'une façon beaucoup plus active.

» Le carton et les métaux, le fer et le cuivre notamment, sont aisément

traversés par la lumière. Ce passage de la lumière à travers les corps les plus opaques n'est qu'une question de temps.

» Si l'on répète les expériences précédentes à la chambre noire photographique, c'est-à-dire si l'on place une lame métallique devant la glace sensible, et par conséquent entre cette dernière et l'objet à photographier, on obtient, en deux heures au soleil, un noircissement intense de la glace au développement, ce qui prouve le passage de la lumière à travers la lame opaque, mais on n'obtient d'images que très exceptionnellement et dans des conditions que je n'ai pas encore pu déterminer.

» J'ai donné aux radiations de nature inconnue, qui passent ainsi à travers les corps opaques, le nom de *lumière noire*, en raison de leur invisibilité pour l'œil. En considérant les écarts entre le nombre des vibrations produisant les diverses formes de l'énergie, telles que l'électricité et la lumière, nous pouvons supposer qu'il existe des nombres intermédiaires, correspondant à des forces naturelles encore inconnues. Ces dernières doivent se rattacher, par des transitions insensibles, aux forces que nous connaissons. Les formes possibles de l'énergie, bien que nous n'en connaissions que fort peu encore, doivent être en nombre infini. La *lumière noire* représente peut-être une de ces forces que nous ne connaissons pas. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur l'iodure mercureux.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Troost.

« Les chimistes qui ont étudié l'action de la chaleur sur l'iodure mercureux ont opéré en présence de l'air ; ils sont arrivés à des résultats compliqués. Labouré admet que la sublimation décompose l'iodure mercureux en mercure métallique et en un sublimé vert de composition Hg^2I^6. M. Yvon admet que, si l'on chauffe l'iodure mercureux avec précaution, il se sublime sans décomposition, tandis qu'en le chauffant brusquement, il se produit du mercure et des cristaux jaune clair, répondant à la composition $6HgO.7HgI^2$.

» En opérant dans le vide, j'ai écarté l'influence que peut avoir l'oxygène de l'air. Je m'efforcerai de démontrer dans cette Note que, par l'action de la chaleur seule, l'iodure mercureux est décomposé simplement en iodure mercurique et mercure, et que la décomposition est limitée et de même nature que celles que j'ai décrites précédemment.

» On pourra étudier le plus facilement possible cette action sur le corps fondu, parce que le mercure mis en liberté gagne le fond des vases en vertu de son poids spécifique et se sépare très exactement, si l'on emploie des vases longs et étroits. De plus, si l'on chauffe à quelques degrés seulement au-dessus du point de fusion, à la fin de l'expérience, la solidification survient très rapidement; aucun échange ne peut plus se faire entre les différentes couches et l'état du système reste, après refroidissement, ce qu'il était pour la température donnée, un peu supérieure au point de solidification.

» On constate facilement les faits suivants :

» 1° *Décomposition.* — Si l'on chauffe dans un tube scellé très court, après y avoir fait le vide, 50gr d'iodure mercureux jusqu'à fusion, on trouve, après refroidissement, du mercure métallique au fond du tube; la partie supérieure étant une masse rouge à structure cristalline. A l'analyse, on trouve que cette masse rouge est un mélange d'iodure mercureux et d'iodure mercurique. La proportion du mercure mis en liberté croît avec la température; elle est considérable et atteint sensiblement 10gr, si l'on chauffe l'iodure jusqu'à la température d'ébullition.

» Pour la température de 300° (le point de fusion attribué jusqu'ici à l'iodure mercureux étant 290°), la décomposition du protoiodure de mercure s'arrête lorsque 100gr de la masse fondue surnageant le mercure, contiennent 36gr,50 d'iodure mercurique.

» 2° *Formation inverse.* — Si l'on chauffe pendant vingt-quatre heures environ, à 300°, poids égaux de mercure et de biiodure de mercure après avoir fait le vide, on trouve que le poids du mercure libre a diminué et que la masse surnageante est formée d'un mélange d'iodures mercureux et mercurique.

» Cette production d'iodure mercureux est limitée; elle s'arrête lorsque, par le fait de la formation d'iodure mercureux, 100gr du mélange fondu surnageant le mercure ne contiennent plus que 36gr,50 d'iodure mercurique, chiffre trouvé dans l'expérience de décomposition.

» Cette dissociation, bien que produite par la chaleur seule, se rapproche des cas de dissociation d'un solide sous l'influence d'un liquide; puisque la décomposition de l'iodure mercureux est limitée, non par une tension gazeuse, mais par la proportion de HgI^2 contenu dans la masse liquide.

» Bien que dans la sublimation de l'iodure mercureux, on constate toujours qu'il se dépose des globules de mercure en même temps que des cristaux, je ne fais rentrer dans cette étude que le corps fondu et non le corps à l'état de vapeur qui serait, dans le cas présent, plus difficile à étudier. Les produits de la décomposition, tous deux en vapeur, doivent en effet se combiner à nouveau au contact des parois froides et l'on ne saurait apprécier facilement l'état de dissociation de la vapeur.

» Toutefois, j'ai observé qu'on ne peut sublimer l'iodure mercureux en le chauffant vers sa température de fusion sans que le sublimé se trouve mélangé d'iodure mercurique et de mercure, tandis qu'un mélange de deux molécules d'iodure mercurique et une molécule d'iodure mercureux se sublime en cristaux séparés des deux iodures, sans changement de composition et sans formation de mercure libre.

» Pour faire les déterminations précédentes, j'ai chauffé à 300° exactement, dans un bain de mercure muni d'un régulateur, des tubes scellés contenant 20gr environ d'iodure mercureux, tubes dans lesquels on faisait le vide avant la fermeture. Ces tubes étaient très courts et plongeaient entièrement dans le mercure. Le chauffage est prolongé une heure, mais il peut l'être aussi longtemps que l'on veut sans que les résultats soient modifiés. Dès que l'on cesse de chauffer, la solidification de la masse fondue se fait très rapidement. On trouve du mercure au fond du tube et au-dessus une masse rouge.

» La difficulté est plus grande lorsqu'on veut étudier l'action inverse en partant de l'iodure mercurique et du mercure, parce que ces corps une fois fondus se séparent en vertu de leur poids spécifique, n'ont plus qu'une faible surface de contact et qu'il est impossible d'augmenter cette surface par agitation à une telle température. On a mélangé au mortier 20gr d'iodure mercurique et 20gr de mercure pour diviser grossièrement celui-ci, puis tassé le mélange dans un tube après qu'on y eût fait le vide. La température a été maintenue pendant dix heures à 300°.

» Après refroidissement, les tubes provenant de ces deux séries d'expériences sont brisés; le mercure se sépare et l'on nettoie au couteau le petit cylindre formé par les iodures, de façon à enlever toute trace de mercure métallique. Les iodures sont ensuite broyés très finement.

» Il a été constaté que la masse rouge est séparable qualitativement, par l'alcool, en iodure mercureux et iodure mercurique. Pour en déterminer les proportions relatives, je n'ai pas employé l'alcool bouillant qui dissocie l'iodure mercureux, comme je l'ai démontré. J'ai dosé très exactement dans le mélange le mercure et l'iode et calculé la proportion des deux iodures au moyen des deux équations suivantes :

$$x + y = a,$$
$$\frac{200}{327} x + \frac{100}{227} y = b,$$

dans lesquelles x est l'iodure mercureux, y l'iodure mercurique, a le poids de la prise d'essai, b le poids du mercure contenu dans cette prise d'essai.

» Les résultats ont été vérifiés en faisant la séparation des deux iodures au moyen de l'éther. L'éther froid dissocie l'iodure mercureux, mais la quantité décomposée est excessivement faible et l'erreur est dix fois moindre qu'en employant l'alcool bouillant.

» *Conclusions.* — De la manière dont se comporte l'iodure mercureux

sous l'influence de la chaleur découlent les conséquences suivantes :

» On ne peut fondre l'iodure mercureux sans qu'il se décompose. Du mercure se sépare et gagne le fond des vases; la masse surnageante est un mélange d'iodure mercureux et d'iodure mercurique.

» On peut fondre sans décomposition, sans séparation de mercure, des mélanges riches en iodure mercurique, comme le mélange de deux molécules d'iodure mercurique et une molécule d'iodure mercureux. Ni le point de fusion, ni le point d'ébullition donnés pour l'iodure mercureux ne doivent être exacts.

» On ne peut obtenir de cristaux d'iodure mercureux exempts d'iodure mercurique par simple fusion. Toutefois, l'iodure mercurique ayant un point de solidification plus bas que l'iodure mercureux, le mélange fondu de ces deux corps abandonne, pendant le refroidissement, des cristaux d'iodure mercureux en premier lieu. En enlevant en temps utile la partie restée liquide, j'ai constaté que l'on peut obtenir par fusion des cristaux d'iodure mercureux contenant des quantités variables d'iodure mercurique interposé. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière par les dissolutions d'indophénols.* Note de MM. **Bayrac** et **Ch. Camichel**, présentée par M. Friedel.

« L'un de nous a préparé une série d'indophénols, dérivés de dix phénols différents ([1]). Ces corps sont solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène, l'acide acétique, l'éther acétique, la ligroïne. La couleur de la dissolution varie avec le dissolvant; le même dissolvant donne, avec les différents indophénols, des dissolutions de même coloration.

» Si l'on intercale ces dissolutions sur le trajet des rayons lumineux, qui éclairent la fente d'un spectroscope, on remarque qu'elles donnent toutes un spectre formé d'une bande rouge, très brillante, assez étroite, et d'une bande beaucoup plus large, de faible intensité, composée de vert, de violet, d'indigo. La portion du spectre, comprise entre ces deux bandes, est absorbée, sauf pour des épaisseurs très faibles ou des concentrations excessivement faibles.

» Quand la concentration varie, la bande rouge du spectre paraît se

([1]) Voir Bayrac, *Thèse de Doctorat*. Gauthier-Villars, 1895.

déplacer : son milieu va du côté de l'infra-rouge quand la concentration augmente. La bande rouge se déplace du côté opposé, en même temps qu'elle s'élargit quand la concentration diminue.

» Les variations d'épaisseurs produisent le même effet ([1]).

» Les dissolutions provenant de dissolvants différents donnent des spectres analogues, c'est-à-dire composés d'une bande rouge et d'une bande verte et violette, malgré la différence des colorations; on se rend compte facilement de cette différence.

» En faisant varier la concentration, on remarque que les dissolutions de couleur rouge présentent d'abord la bande rouge, et que la bande verte et violette n'apparaît que pour une concentration plus faible. Pour les dissolutions de couleur bleue, comme la dissolution alcoolique, ou bleu verdâtre, comme la dissolution dans l'acide acétique, la bande verte et violette apparaît la première, et la bande rouge correspond à une concentration plus faible.

» Cet aspect commun des divers spectres paraît provenir non de l'action du dissolvant mais d'une certaine analogie d'absorption propre à cette série de corps homologues.

» En étudiant ces phénomènes quantitativement, nous sommes arrivés au résultat suivant : *Si l'on dissout des poids de chaque corps de la série proportionnels aux poids moléculaires dans le même volume du même dissolvant, la bande rouge occupe, dans les différents spectres obtenus, la même position.*

» Tous les corps de la série ont donné le même résultat.

» Voici un exemple dans lequel figurent deux indophénols ayant des poids moléculaires très différents.

Éther.		Proportion d'indophénol.	Position de la bande sur le micromètre oculaire.
Ether, 30^{cc}	Indophénol du phénol ordinaire...	0^{gr},0678	28
Éther, 30^{cc}	Indophénol du thymol...........	0^{gr},0846	29

» Nous avons expérimenté sur les indophénols dérivés du thymol, du phénol ordinaire, du carvacrol, du métacrésylol, du paraxylénol, du méthylparaéthylphénol, de l'orthoéthylphénol, du métaisopropylphénol : le résultat a toujours été le même.

([1]) Nous ne pouvons donner actuellement l'explication complète de ce déplacement, nous attendons d'avoir fait des mesures de coefficients d'absorption au voisinage de la bande rouge.

» Les expériences précédentes semblent indiquer qu'il existe une relation très simple entre la position de la bande rouge et la concentration des dissolutions. Cette relation doit être généralisée et étendue à des séries de corps colorés homolognes présentant des spectres discontinus, en dissolution. Elle peut être d'une grande utilité, soit pour la détermination des poids moléculaires, soit pour l'étude de la constitution des composés organiques colorés. Pour montrer cette utilité, citons un exemple :

» L'un de nous, dans le travail déjà cité, parle d'un composé résultant de la combinaison du chlorhydrate de paranitrosodiméthylaniline avec la monométhylrésorcine, suivant le procédé général de préparation des indophénols. Ce composé ne paraît pas appartenir à la série des indophénols; il ne donne pas les mêmes produits de dédoublement que ceux-ci.

» En dissolvant dans 30^{cc} d'éther un poids de ce corps proportionnel au poids moléculaire et observant le spectre d'absorption sous la même épaisseur que dans l'expérience citée, nous avons obtenu, comme position de la bande, 40 au lieu de 29 ou 28, position de la bande pour les indophénols qui sont réellement analogues comme constitution [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons du chlorure d'aluminium anhydre avec les phénols et leurs dérivés*. Note de M. G. **Perrier**, présentée par M. Friedel.

« Dans plusieurs Communications précédentes [2], j'ai signalé des combinaisons doubles de chlorure d'aluminium avec différents corps organiques : acétones, nitriles, éthers, etc. Dans toutes ces combinaisons, 1 molécule de chlorure d'aluminium est soudée à 2 molécules du composé sans élimination d'acide chlorhydrique; ce sont, en un mot, des *produits d'addition*. Le résultat est tout différent si l'on opère avec des corps renfermant un oxhydryle comme les phénols, les acides et les alcools. La combinaison a toujours lieu entre 1 molécule de chlorure et 2 molécules du composé, mais avec élimination de 2 molécules d'acide chlorhydrique et formation d'un véritable produit de substitution, de la formule générale

$$[R - O]^2 Al^2 Cl^4.$$

---

(1) Ce travail a été fait à l'Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.

(2) *Comptes rendus*, 1892, 1893, 1894.

» Ce sont ces nouveaux composés, obtenus avec les phénols et leurs dérivés, qui font l'objet de cette Note (¹).

» I. PHÉNOL ORDINAIRE (BENZÉNOL). — Lorsqu'on ajoute à du benzénol pur et anhydre du chlorure d'aluminium pulvérisé, il se produit une élévation de température assez considérable, la masse se liquéfie et il se dégage de l'acide chlorhydrique. Les additions de chlorure se poursuivant, la liqueur s'épaissit et, pour faciliter l'introduction de nouvelles quantités, il est nécessaire de chauffer. Le pouvoir dissolvant du liquide diminue peu à peu et cesse lorsque, pour 2 molécules de phénol, on a ajouté 1 molécule de chlorure d'aluminium. On a alors recueilli 2 molécules d'acide chlorhydrique.

» Par refroidissement la combinaison se prend en une masse cristalline qui régénère le phénol lorsqu'on la traite par l'eau.

» La réaction lui ayant donné naissance peut s'exprimer par l'équation

$$2(C^6H^5OH) + Al^2Cl^6 = [C^6H^5O]^2Al^2Cl^4 + 2HCl,$$

et son mode de décomposition en présence de l'eau par

$$[C^6H^5O]^2Al^2Cl^4 + 2H^2O = 2(C^6H^5OH) + Al^2Cl^4(OH)^2.$$

La même expérience, répétée en présence de sulfure de carbone avec les proportions suivantes :

Benzénol	10^{gr}	(2 mol.)
Chlorure d'aluminium.....	14^{gr}	(1 mol.)
Sulfure de carbone........	100^{mm}	

fournit une combinaison bien cristallisée. Le chlorure d'aluminium introduit à froid dans le liquide se dissout avec élévation de température et dégagement d'acide chlorhydrique. La réaction est complétée par une ébullition d'une heure environ au bain-marie à reflux, le liquide bouillant est décanté dans un matras rempli d'acide chlorhydrique sec, et abandonné à un refroidissement lent. Le produit déposé se présente en petits cristaux blancs, très altérables à l'air humide, fondant à 181°-183°, se décomposant vers 200°, très solubles dans le sulfure de carbone et l'alcool absolu, légèrement solubles dans le benzène et le chloroforme, insolubles dans la ligroïne et le tétrachlorure de carbone. Projetés dans l'eau, ils se décomposent avec violence en régénérant le phénol et le chlorure d'aluminium hydraté. Soumis à l'analyse, ils conduisent à la formule $Al^2Cl^4, 2C^6H^5O$.

» *Composés nitrés du phénol.* — Chauffés avec du chlorure d'aluminium dans les mêmes conditions que le phénol, ils donnent des combinaisons analogues.

» Le composé obtenu avec l'orthonitrophénol (nitro$_1$ benzénol$_2$) se présente en cristaux microscopiques rouges fondant à 160°-165°, peu solubles dans le sulfure de carbone et l'alcool absolu, insolubles dans la ligroïne et le tétrachlorure de carbone.

(¹) Dans une Note précédente, j'avais considéré, comme produits d'addition, les combinaisons du chlorure d'aluminium avec les corps à oxhydryle. J'opérais sur de très petites quantités de matière et j'attribuais à tort le faible dégagement d'acide chlorhydrique à une décomposition partielle du nouveau produit.

Exposés à l'air humide, ou traités par l'eau, ils régénèrent l'orthonitrophénol. Ils répondent à la formule

$$\left[C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup AzO^2\,(1)\\ \diagdown O\,(2)\end{smallmatrix}\right]^2 Al^2Cl^4.$$

» Avec le paranitrophénol (nitro$_1$ benzènol$_4$) on obtient une poudre jaune fondant à 99°-100° et se décomposant vers 105°. Elle est insoluble dans la ligroïne, le sulfure et le tétrachlorure de carbone, soluble sans décomposition dans l'alcool absolu. L'air humide ou l'eau la détruisent avec régénération du paranitrophénol. Sa formule est

$$\left[C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup AzO^2\,(1)\\ \diagdown O\,(4)\end{smallmatrix}\right]^2 Al^2Cl^4.$$

» *Composés chlorés du phénol.* — L'orthochlorophénol (chloro$_2$ benzènol$_1$) fournit une poudre blanche cristalline fondant à 207°-210°, peu soluble dans le sulfure de carbone, soluble dans l'alcool absolu, altérable à l'air humide et décomposable par l'eau. Sa formule est

$$\left[C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup Cl\,(2)\\ \diagdown O\,(1)\end{smallmatrix}\right]^2 Al^2Cl^4.$$

» Le parachlorophénol (chloro$_4$ benzènol$_1$) donne des cristaux incolores bien définis, fondant à 185°-187°, assez solubles dans le sulfure de carbone, solubles dans l'alcool absolu, altérables à l'air humide et régénérant le parachlorophénol lorsqu'on les traite par l'eau. Ils répondent à la formule

$$\left[C^6H^4\begin{smallmatrix}\diagup Cl\,(4)\\ \diagdown O\,(1)\end{smallmatrix}\right]^2 Al^2Cl^4.$$

» II. Thymol (Méthyl$_1$ propyl$_4$ benzènol$_5$). — Le thymol et le chlorure d'aluminium, pulvérisés et mélangés à froid dans les proportions de 2 molécules de thymol pour 1 de chlorure ne se combinent pas. Si l'on élève légèrement la température, il se produit une réaction assez vive avec dégagement d'acide chlorhydrique et formation d'un liquide jaunâtre, se solidifiant par refroidissement en une masse vitreuse qui régénère le thymol lorsqu'on la traite par l'eau.

» Cette combinaison peut s'obtenir très bien cristallisée, si l'on opère en présence de sulfure de carbone. On dissout 20^{gr} (2 molécules) de thymol dans 80^{cc} de sulfure de carbone et l'on ajoute 17^{gr} (1 molécule) de chlorure d'aluminium pulvérisé. Il se dissout en partie, donnant lieu à un dégagement de chaleur et d'acide chlorhydrique. On complète la réaction en chauffant pendant une demi-heure au bain-marie et à reflux, on décante la liqueur bouillante dans un matras rempli d'acide chlorhydrique sec et l'on abandonne au refroidissement.

» Le nouveau produit qui a pris naissance d'après la réaction :

$$2\,C^6H^5\begin{smallmatrix}\diagup C^3H^7\,(4)\\ -CH^3\,(1)\\ \diagdown C^3H^7\,(4)\end{smallmatrix} + Al^2Cl^6 = \left[C^6H^3\begin{smallmatrix}\diagup C^3H^7\,(4)\\ -CH^3\,(1)\\ \diagdown O\,(5)\end{smallmatrix}\right] Al^2Cl^4 + 2\,HCl,$$

se dépose en cristaux incolores, rougissant à la lumière, très altérables à l'air humide, fondant à 142°-145° et se décomposant à 150°. Ils sont très solubles dans le sulfure de

carbone et l'alcool absolu, peu solubles dans le chloroforme et le tétrachlorure de carbone. Projetés dans l'eau, ils régénèrent le thymol et l'analyse leur assigne la formule

$$[C^{10}H^{13}O]^2 Al^2 Cl^4.$$

» III. Naphtols α et β (Naphtalènol$_\alpha$, ol$_\beta$). — Les deux naphtols, chauffés avec du chlorure d'aluminium, donnent des liquides rouges qui se solidifient par refroidissement et constituent la combinaisou formée avec dégagement d'acide chlorhydrique. Si l'on opère en présence de sulfure de carbone, les nouveaux corps étant à peu près insolubles, les réactions sont incomplètes. Le naphtol-α a donné de petits cristaux rouges et le naphtol-β une poudre jaunâtre.

» IV. Phénols a fonction mixte : *Aldéhyde salicylique* (*benzènol$_2$, ol$_1$*). — 2 molécules d'aldéhyde salicylique et 1 molécule de chlorure d'aluminium chauffés en présence de sulfure de carbone, donnent avec dégagement d'acide chlorhydrique une poudre jaunâtre presque insoluble dans le sulfure de carbone, répondant à la formule $\left[C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHO\,(1)\\O\,(2)\end{matrix}\right.\right]^2 Al^2Cl^4$ et régénérant l'aldéhyde lorsqu'on la traite par l'eau.

» *Salicylate de méthyle et salicylate de phényle* (*benzènol$_2$ oate$_1$ de méthyle*) (*benzènol$_2$ oate$_1$ de phényle$_1$*). — Ces deux éthers phénoliques donnent, lorsqu'on les traite par le chlorure d'aluminium, des composés solides avec élimination d'acide chlorhydrique. Ces deux corps étant insolubles dans le sulfure de carbone n'ont pu être obtenus cristallisés. Il se déposent au fond du ballon où on les prépare sous la forme d'huiles se prenant par refroidissement en des masses jaunâtres translucides, de formules $\left[C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COO\,CH^3\\O\end{matrix}\right.\right]^2 Al^2Cl^4$ et $\left[C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COO\,C^6H^5\\O\end{matrix}\right.\right]^2 Al^2Cl^4$ régénérant les éthers lorsqu'on les traite par l'eau.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de décrire les combinaisons formées par les acides et les alcools avec le chlorure d'aluminium anhydre, ainsi que l'action des chlorures d'acides et des chlorures d'alcools sur cette nouvelle série de composés [1]. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'essence d'anis de Russie.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **Tardy**.

« L'essence d'anis de Russie a déjà été l'objet de nombreux travaux ; ils ont établi, entre autres faits, que cette essence est constituée, pour la plus grande partie, la presque totalité, par de l'anéthol.

» Le but de nos recherches est de déterminer les composés qui accompagnent cet anéthol dans le produit commercial.

---

(1) Travail fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Caen.

» Nous avons opéré sur 22^{kg} d'essence du commerce, solide pour $\frac{9}{10}$ environ, à la température de 10°. Cette essence fondue possède toujours un faible pouvoir rotatoire à droite. Nous avons refroidi à +5°, et essoré, à cette température, l'essence brute.

» L'anéthol impur ainsi isolé imprime aux rayons jaunes moyens une déviation de +36′ sous 0^m,10 d'épaisseur; il doit cette propriété presque exclusivement à environ 1 pour 100 du *camphre anisique* $C^{20}H^{16}O^2$ de Landolph, corps difficile à extraire totalement de l'anéthol, à moins de détruire ce dernier par oxydation, comme l'ont fait Landolph pour l'essence d'anis, et postérieurement Wallach pour l'essence de fenouil amer. Wallach a, sans raisons bien valables, donné le nom de *fenchone* à ce composé, isomère du camphre des Laurinées, dont les propriétés, d'après les recherches antérieures de Landolph, semblent calquées sur celles de son isomère.

» Le liquide essoré à + 5°, dont nous avons obtenu plus de 2^{kg}, donne une déviation de +1°,30 sous 0^m,10 d'épaisseur; refroidi à −15° et essoré à cette température, il abandonne encore une grande quantité d'anéthol inactif et de camphre anisique, ou fenchone, et le nouveau liquide d'essorage dévie à gauche, $\alpha_D = -1°$ environ, le plan de polarisation.

» Ces essais montrent déjà que les portions liquides de l'essence d'anis de Russie renferment, outre de l'anéthol, plusieurs substances agissant d'une façon inégale sur la lumière polarisée.

» L'huile essorée à la température ordinaire se combine en partie au bisulfite de soude; cependant cette combinaison n'a jamais pu être effectuée complètement, il reste toujours un peu d'aldéhyde dans l'essence traitée au bisulfite; on retrouve ces composés, après distillation, dans les produits passant après 240°. L'anéthol pur ne donne pas de combinaisons avec le bisulfite de soude, contrairement à l'opinion émise par Staedler et Wächter, qui admettaient dans ces conditions la formation d'aldéhyde anisique $C^{16}H^8O^4$ et d'alcool méthylique par un dédoublement de l'anéthol.

» Les composés bisulfitiques ont été purifiés en les délayant, après séparation par la presse de l'huile non combinée, à dix fois leur volume d'éther; les cristaux, séchés par essorage, ont été décomposés par la lessive de soude; l'huile régénérée, additionnée de dix fois son volume d'éther, a été traitée à nouveau par le bisulfite de soude. Ce mode de purification a été répété trois fois, jusqu'à ce que l'éther de lavage n'abandonnât plus de liquide après évaporation.

» Le produit régénéré par la soude, soumis à la distillation, se sépare en deux fractions, la première passant de 245° à 248°, la seconde de 260° à 265°, sans donner au-dessus de produits en quantité appréciable.

» Le premier produit, le plus abondant, est de l'aldéhyde anisique; il en a l'odeur de foin sec ou d'aubépine; sa densité a été trouvée par nous de 1,141 à zéro; sa composition répond à la formule $C^{16}H^8O^4$:

$$C = 69,9, \qquad H = 6,2;$$
$$\text{Théorie : } C = 70,5, \qquad H = 5,8.$$

Il n'agit pas sur le plan de polarisation; il fournit, avec le bisulfite de soude, des

cristaux feuilletés et nacrés. Oxydé par l'oxygène de l'air ou mieux par le permanganate de potasse, il donne un acide cristallisant de l'éther en aiguilles, fusible à 182°, identique à l'acide anisique $C^{16}H^8O^6$; produit unique.

» Le second composé aldéhydique passe à la distillation vers 263°, c'est-à-dire 15° environ au-dessus de l'aldéhyde anisique. Il est inactif comme celui-ci. Sa densité à 0° est de 1,095. Son odeur se rapproche de celle de l'aldéhyde anisique. Il donne, comme ce dernier, avec le bisulfite de soude, des cristaux de même aspect, mais renfermant un peu moins de sodium combiné. Sa composition répond à la formule $C^{20}H^{10}O^4$ ou $C^{20}H^{12}O^4$:

$$C = 74,5;\quad 74,7,\qquad H = 7,6;\quad 7,8.$$

$$\text{Théorie pour } C^{20}H^{12}O^4 : C = 73,2,\qquad H = 7,2.$$

$$\text{Théorie pour } C^{20}H^{10}O^4 : C = 74,1,\qquad H = 6,2.$$

» Ce composé se comporte à l'oxydation, non comme un aldéhyde, mais comme une acétone. Il s'oxyde lentement et incomplètement à l'air. L'oxydation directe par l'air fournit de l'acide anisique fusible à 183°; son équivalent trouvé est de 153 au lieu de 152. Le liquide d'où l'on a extrait l'acide anisique renferme un acide à odeur piquante, ne réduisant pas par le nitrate d'argent à chaud, et qui n'a pu être caractérisé plus complètement, faute de matière. Le permanganate de potasse en solution froide a transformé le composé $C^{20}H^{10}O^4$ en acide anisique, produit principal, avec un peu d'acide oxalique et un acide volatil qui a été isolé des dernières traces d'acide anisique qui l'accompagne en solution, par entraînement par la vapeur d'eau. Son sel de potasse est déliquescent, l'acide que l'on en sépare par l'acide sulfurique a tous les caractères de l'acide acétique. Le sel de baryte qu'il fournit, desséché, a donné à l'analyse 52,8 pour 100 de baryte. L'acide formé a pu encore être transformé en éther acétique facilement reconnaissable. Ce dédoublement par oxydation ménagée établit complètement la fonction acétonique de ce composé, auquel nous donnons le nom, peut-être incorrect, *d'acétone anisique*, nom qui a l'avantage de bien rappeler son origine.

» L'acétone anisique, comme l'aldéhyde anisique, existant naturellement dans l'essence d'anis de Russie, dérive par oxydation de l'estragol ou de son isomère l'anéthol, existant tous les deux dans cette essence, l'un étant un dérivé propénélique, l'autre étant un dérivé allylique de l'anisol. L'acétone anisique serait le terme intermédiaire de cette oxydation. Nous avons pu retirer, de 22^{kg} d'essence, 80^{gr} d'aldéhyde anisique pur et 20^{gr} environ d'acétone anisique. Avant l'aldéhyde anisique, il passe des traces de liquide se combinant au bisulfite de soude, et dont l'odeur rappelle l'odeur de l'aldéhyde cuminique. L'un de nous a reconnu la présence de ces deux composés dans d'autres essences, fournissant de l'anéthol et de l'estragol.

» L'essence d'anis de Russie renferme également de faibles proportions d'acide anisique, facile à extraire par les alcalis. Dans une Communication ultérieure, nous ferons connaître les autres principes constituant les

portions liquides de l'essence d'anis, que nous avons réussi à caractériser. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de l'aldéhyde formique gazeuse pure.* Note de M. A. **Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« I. L'emploi de l'aldéhyde formique, soit à l'état de gaz, soit à l'état de solution, se généralise de plus en plus, à cause de ses propriétés éminemment antiseptiques.

» La réaction d'Hofmann, sur laquelle repose sa préparation, présente quelques inconvénients qui ont pour résultat, au point de vue industriel, d'augmenter considérablement le prix de revient de ce composé. Ces inconvénients deviennent beaucoup plus graves lorsqu'il s'agit d'obtenir ce produit à l'état gazeux pour la désinfection des habitations.

» La combustion incomplète de l'alcool méthylique au contact de l'air et du platine incandescent, donne des quantités excessivement faibles d'aldéhyde formique (5 à 10 pour 100 du poids de l'alcool comburé), la majeure partie (85 à 90 pour 100) étant brûlée complètement à l'état d'eau et d'acide carbonique.

» Bien que la proportion d'aldéhyde formique nécessaire à la désinfection soit peu élevée, on conçoit d'après cela qu'il faudra employer une quantité relativement considérable d'alcool, ce qui offre toujours un certain danger, les appareils devant être laissés sans surveillance au centre des appartements.

» A côté de ces inconvénients, il faut signaler une production d'oxyde de carbone pouvant varier de 3 à 5 pour 100 du poids de l'alcool employé, ce qui est loin d'être négligeable. Ces résultats ont été vérifiés au moyen de la méthode de M. Gréhant, pour les appareils à fort débit. Nous avons poursuivi ces essais, en faisant passer de l'air chargé de quantités variables d'alcool méthylique, sur de la toile de platine chauffée à 390°-400°. Une combustion par l'oxyde de cuivre nous permettait alors de doser l'oxyde de carbone dans les gaz recueillis, débarrassés de toute trace d'aldéhyde formique et d'acide carbonique.

» Dans ces différentes expériences, nous n'avons jamais pu obtenir d'aldéhyde formique sans une quantité relativement considérable d'oxyde de carbone. Nous avons établi précédemment qu'il en était de même lorsque

l'on faisait agir le chlore et le brome sur l'alcool méthylique ([1]) et que, d'une façon générale, par oxydation de ce composé, la production d'aldéhyde formique et celle d'oxyde de carbone paraissaient inhérentes l'une à l'autre.

» II. Nous avons alors abandonné la réaction d'Hofmann et cherché un autre mode de préparation de mélanges gazeux, à base d'aldéhyde formique, ne renfermant pas d'oxyde de carbone. Le trioxyméthylène, qui se dissocie sous l'influence de la chaleur, en donnant de l'aldéhyde formique, nous a permis d'atteindre ce desideratum.

» Après de nombreux essais, nous nous sommes arrêté au mode opératoire suivant : faire passer un courant de gaz chauds à travers le produit concassé en petits fragments; l'aldéhyde formique entraînée se trouve alors dans un état de dilution tel qu'elle ne peut se polymériser à nouveau par refroidissement.

» Ce procédé possède donc l'avantage de ne pouvoir donner lieu à aucune production d'oxyde de carbone; en outre, il permet de disposer l'appareil à l'extérieur des appartements à désinfecter : un tube métallique amène à l'endroit voulu le mélange antiseptique contenant une quantité *exactement dosée* d'aldéhyde formique.

» Un appareil reposant sur ce principe ne présente donc aucun danger d'explosion ni d'incendie, et une simple aération suffit pour enlever toute odeur une fois l'opération terminée; tandis que, en employant la combustion incomplète de l'alcool méthylique, il persiste toujours une odeur spéciale due, non à l'aldéhyde formique, mais probablement à un produit particulier, analogue à ceux qui donnent aux méthylènes commerciaux leur odeur désagréable.

» Enfin, il n'y a aucune formation de vapeur d'eau, alors que la réaction d'Hofmann en produit une quantité au moins égale à celle de l'alcool comburé; or, une trop forte humidité est souvent nuisible à une bonne désinfection par l'aldéhyde formique gazeuse.

» III. A côté de ces avantages, nous signalerons finalement la possibilité de stériliser les objets supportant difficilement la chaleur humide à 115°, tels que manuscrits, livres, lettres, aquarelles, fourrures, objets et étoffes d'origine animale, etc., le mode opératoire consistant à placer ces objets dans un récipient résistant, et, après y avoir fait un vide plus ou moins

---

([1]) Brochet, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 130, et t. CXXI, p. 1156.

complet, suivant la température, on y laisse pénétrer un gaz ayant traversé une couche de trioxyméthylène, après avoir été préalablement chauffé ; on obtient ainsi une pénétration absolue du mélange antiseptique, qui pourra contenir une quantité très forte d'aldéhyde formique et dont la durée d'action pourra être prolongée à volonté plus ou moins longtemps.

» Ce procédé paraît devoir fournir des résultats intéressants; quant à son efficacité, on peut dire que si, de même que tous les autres antiseptiques, l'aldéhyde formique, soit à l'état de gaz, soit à l'état de solution, ne tue pas tous les germes, elle détruit la grande majorité des organismes pathogènes actuellement connus, ainsi qu'il résulte des recherches de MM. Berlioz, Trillat, Miquel, Pottevin, Dubief, Thoinot, Bardet, Cambier, Brochet, etc., pour ne citer que les auteurs français ayant déjà étudié la question.

» IV. Ajoutons, en terminant, que l'on peut obtenir ainsi un courant de gaz réducteurs pouvant avoir des applications notamment dans l'analyse chimique. Le véhicule employé devra naturellement être, dans ce cas, un gaz non comburant, tel que l'azote ou l'anhydride carbonique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le sérum antivenimeux*. Note de M. **A. Calmette** (en collaboration avec MM. **E.-H. Hankin**, d'Agra, et **Lépinay**, de Saïgon), présentée par M. Duclaux.

« Dans une précédente Note à l'Académie (25 juin 1895), j'ai expliqué dans quelles conditions le sérum antivenimeux, préparé suivant la méthode dont j'ai donné la description dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (mars 1894 et avril 1895), pouvait être utilisé dans le but d'empêcher la mort à la suite des morsures venimeuses.

» Depuis lors, j'ai préparé en grandes quantités ce sérum, à l'aide de chevaux immunisés, et j'en ai envoyé de nombreuses doses dans la plupart des pays où les serpents dangereux pullulent, particulièrement dans l'Inde et en Australie.

» Le sérum que je possède actuellement est actif au $\frac{1}{20000}$, c'est-à-dire qu'il suffit d'injecter préventivement, à un Lapin pesant 2^{kg}, $0^{gr},1$ de sérum pour l'immuniser contre une dose de venin de cobra capable de tuer un témoin de même poids en trois à quatre heures.

» Ce sérum a été expérimenté par M. Hankin au laboratoire bactériolo-

gique d'Agra (Inde anglaise) et par M. le Dr Lépinay au laboratoire de Saïgon, au point de vue de son efficacité à l'égard de diverses espèces de venins, et de la persistance de ses propriétés préventives en pays chauds.

» M. Hankin me fait connaître, à la date du 23 décembre 1895, que le sérum que je lui avais adressé le 1er octobre précédent, dont le pouvoir préventif était alors de $\frac{1}{100000}$, avait encore à Agra, bien qu'il eût voyagé pendant la saison chaude, un pouvoir préventif au moins égal à $\frac{1}{2000}$, car il préservait très bien les Lapins à la dose de $0^{cc},5$ contre une dose mortelle de venin injectée dans le délai d'une heure après le sérum.

» M. Hankin a fait un usage pratique très intéressant de mon sérum, dans la circonstance suivante :

» Les Indiens de certains districts ont coutume de s'empoisonner réciproquement leur bétail dans un but de vengeance, et ils emploient à cet effet soit de l'arsenic, soit une substance qui échappait à toute analyse et que, d'après ses effets physiologiques, M. Hankin pensait devoir être du venin de serpents. Ils introduisent cette substance, étendue sur un chiffon, dans le rectum des animaux.

» Pour s'assurer qu'il s'agissait réellement de venin, M. Hankin eut l'idée de préparer, avec ces chiffons, un extrait qu'il divisa en deux portions égales. L'une fut mélangée à une petite quantité de mon sérum antivenimeux. Les deux portions furent injectées à deux lapins de même poids. Celui de ces lapins qui avait reçu le mélange d'extrait et de sérum ne fut pas malade. L'autre mourut en moins d'une heure.

» M. Hankin se croit, par suite, autorisé à conclure que la substance toxique des chiffons qui servent à empoisonner les bestiaux n'est autre que du venin de serpents.

» Je pense que cette méthode si originale d'analyse indirecte des toxines par les sérums, imaginée par M. Hankin, sera susceptible d'autres applications. J'ai pu me convaincre, par exemple, qu'on peut employer le sérum de lapins vaccinés contre l'*abrine* pour reconnaître les empoisonnements par le *jequirity*, dont quelques peuplades de nos colonies font assez fréquemment usage dans un but criminel.

» A Saïgon, le Dr Lépinay, Directeur de l'Institut bactériologique colonial, a étudié l'action de mon sérum antivenimeux sur le venin de *bungarus*, de *trimeresurus* et de *naja tripudians*. Les animaux immunisés par une injection de sérum résistent à ces divers venins.

» Un Annamite, mordu par un *naja* qui faisait partie d'un lot de ces reptiles destiné à mon laboratoire, a été guéri par l'emploi du sérum. La morsure, très profonde, siégeait à l'index de la main droite, à la première et à la deuxième phalange. Une injection de 12^{cc} de sérum put être faite une heure après à l'hôpital militaire par le médecin de garde. Le membre mordu était déjà très enflé, contracturé et douloureux. Le

lendemain, tous les symptômes d'intoxication et le gonflement avaient disparu. Il restait seulement un peu de raideur de l'articulation atteinte.

» Au marché de Bac-Lien, une femme indigène, mordue par un des najas faisant partie du même lot, mourut deux heures après sans avoir pu recevoir aucun secours.

» On doit, par suite, recommander désormais l'usage du sérum antivenimeux contre l'envenimation produite par les morsures des reptiles. L'efficacité de ce sérum est certaine, s'il est employé dans un délai assez court après la morsure et, dans tous les cas, son emploi n'entraîne aucun inconvénient. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de l'anatomie de la* Tetraclita porosa. Note de M. A. GRUVEL.

« L'étude de la *Tetraclita porosa* nous a révélé quelques points intéressants au double point de vue anatomique et histologique.

» Les organes qui composent le corps proprement dit de l'animal ne présentent rien de particulier et nous ont confirmé dans l'hypothèse de l'uniformité de structure à peu près parfaite chez les *Cirrhipèdes normaux*. En revanche, elle nous a permis de concevoir une forme de passage, en ce qui constitue le test calcaire, entre le genre *Chthausalus* et le genre *Balanus*.

» Dans le genre *Tetraclita*, la paroi se compose aussi de deux parties : une operculaire interne, et une externe ou paroi proprement dite. Cette dernière présente sur la coupe une série de logettes ressemblant assez aux alvéoles de cire des abeilles et contenant chacune un tissu parfaitement vivant.

» Ces logettes ne sont séparées entre elles que par l'épaisseur d'une mince paroi calcaire. Pour les étudier, il est indispensable d'avoir recours à la décalcification dans un mélange d'acide azotique et d'acide picrique, chacun à 2,5 pour 100. La coloration à l'hématoxyline d'Erlich nous a donné d'excellents résultats. On voit sur les coupes décalcifiées que la paroi est formée à l'extérieur d'une couche chitineuse double. La partie externe, très colorée, présente des sortes de cellules chitineuses, rectangulaires, ajoutées bout à bout ; la partie interne se montre, au contraire, composée de lamelles chitineuses à peu près parallèles et dans l'épaisseur desquelles se rencontrent des sortes de nodosités ovalaires de nature mal

définie. Ces deux couches, histologiquement différentes, sont intimement soudées l'une à l'autre.

» Puis vient une partie cellulaire, c'est l'hypoderme très fortement pigmenté, qui se continue intérieurement par un lacis chitineux à mailles tantôt lâches, tantôt serrées, alternativement. Cette différence de densité explique pourquoi la coupe se présente sous l'aspect de zones claires (mailles lâches) et de zones colorées (mailles serrées).

» Les logettes pyramidales, dont nous avons parlé plus haut, présentent à peu près un aspect analogue produisant une même différence d'aspect.

» A certains points, les lignes plus colorées concentriques s'écartent brusquement en formant un arc de cercle à convexité externe, et c'est dans l'espace libre ainsi formé que l'on aperçoit la coupe d'un canal nourricier à lumière très étroite et traversant la paroi dans toute sa hauteur.

» Ces séries de zones concentriques sont limitées intérieurement par un épithélium formé de cellules très petites et très fortement pigmentées, puis une dernière couche chitineuse. Chacune de ces zones circulaires est formée par une couche épithéliale renfermant un tissu musculaire atrophié. Le nombre de ces formations est de deux à dix par logette pyramidale. Il y en a de toutes les dimensions et elles sont unies entre elles par un tissu conjonctif dense. Enfin la couche chitineuse interne est en contact direct avec le manteau.

» La partie operculaire, qu'elle soit fixe ou mobile, est formée, outre l'hypoderme, de trois couches chitineuses.

» La couche interne présente des sortes de petites alvéoles rectangulaires, très allongées, ajoutées bout à bout, et par couches successives. Les lignes de suture des petits côtés des rectangles déterminent des lignes courbes plus ou moins régulières et plus colorées que le reste. La direction générale de ces lignes est sensiblement perpendiculaire à la paroi.

» La couche interne est formée à peu près de la même façon, mais les différentes assises qui la composent sont très obliques et presque parallèles à la paroi interne. C'est dans les mailles formées par ces alvéoles chitineuses que viennent se fixer les cristaux de carbonate de chaux qui imprègnent la coquille.

» Enfin, la couche moyenne forme une zone de transition qui sert de lien entre les deux premières. Elle représente la valve primitive, celle qui existait avant la calcification.

» La base est aussi formée de plusieurs couches chitineuses superposées

contenant entre elles les différentes parties d'un appareil cémentaire très irrégulier.

» L'accroissement de la paroi ne peut se produire ici par l'effet des glandes calcaires que nous avons décrites chez la Balane. Deux tissus seulement y contribuent, l'hypoderme d'une part et l'épithélium palléal de l'autre.

» En certains points, le manteau sécrète des sortes de cloisons calcaires qui peu à peu se ferment complètement du côté interne et englobent en même temps une petite partie du manteau, avec son épithélium et ses tissus conjonctif et musculaire que l'on retrouve ensuite dans les coupes.

» L'hypoderme ne sécrète que la couche chitineuse externe. A mesure que l'animal grandit, de nouvelles pyramides calcaires se forment et repoussent les premières vers l'extérieur. Dans celles-ci, le tissu vivant s'atrophie, meurt, et la calcification envahit peu à peu ces logettes, de façon à les combler tout à fait. On en trouve, en effet, qui sont pleines et d'autres qui ne présentent plus qu'une légère cavité.

» Les valves operculaires s'accroissent également par dépôts successifs, sur la valve primitive, de couches sécrétées par l'hypoderme et le manteau.

» L'accroissement en diamètre de l'ouverture ne se produit que très peu par érosion.

» Entre chacune des quatre *pièces* qui forment la paroi, on trouve sur toute la largeur des sortes de végétations dont les parties en contact portent une couche cellulaire qui, en sécrétant du calcaire, éloigne ainsi les pièces les unes des autres. La circonférence augmente et, en même temps qu'elle, le diamètre de l'ouverture. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelle forme de réaction négative sur la rétine.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai appelé précédemment l'attention sur la réaction négative de la rétine, qui se produit au début des excitations lumineuses; la forme la plus frappante sous laquelle se manifeste ce phénomène est celle de l'expérience de la *bande noire,* dans laquelle un secteur blanc, bien éclairé sur fond noir, tournant avec une vitesse modérée et regardé par un œil immobile, paraît bordé dans le sens de son mouvement par une zone obscure en secteur, dont j'ai déterminé la durée et le moment d'apparition. Dans certains cas

exceptionnels, disais-je, j'ai vu la première bande noire, très nette, être suivie de plusieurs autres beaucoup plus faibles.

» Des expériences récentes, faites avec un nouveau dispositif, indiqué dans ma dernière Note (13 janvier 1896), m'ont montré que ces répétitions de la bande noire n'étaient pas l'exception, mais la règle. La réaction de la rétine affecte donc la forme oscillatoire; seulement, l'amortissement est plus ou moins rapide, et la première oscillation est toujours la plus évidente.

» De plus, jusqu'à présent, je n'avais observé cette réaction négative qu'avec des lumières d'une durée supérieure à celle de la production totale de la bande noire, c'est-à-dire supérieure à $\frac{1}{30}$ de seconde; ces lumières pouvaient d'ailleurs, à partir de cette limite très basse, être continues ou instantanées, le phénomène ne dépendant que du début de l'excitation lumineuse, plus ou moins longue en elle-même. Dans tous ces cas, la réaction se manifestait donc par l'affaiblissement momentané plus ou moins grand de l'excitation produite par une lumière extérieure *réelle*. Or, j'ai découvert un fait nouveau, c'est que cette réaction n'a pas besoin, pour se produire, d'une excitation objective, car elle se rencontre avec le même rythme, lors même que l'excitation extérieure a cessé avant elle. En d'autres termes, des lumières plus courtes que la durée de $\frac{1}{60}$ de seconde, qui correspond au début de la bande noire, déterminent un phénomène rythmique analogue.

» Une petite fenêtre très étroite, pratiquée dans un disque rotatif et ayant la forme d'une portion de secteur d'une étendue angulaire de 1 degré, tournant avec une vitesse voisine d'un tour par seconde au devant du champ lumineux uniforme défini dans ma dernière Note, montre nettement une réapparition double ou même triple de l'image, avec des intervalles sombres d'une étendue correspondant aux prévisions. Nous avons donc bien affaire à notre réaction négative oscillatoire initiale, c'est-à-dire liée à l'*apparition* de la lumière; mais elle se manifeste dans l'image persistante, purement subjective, postérieure à l'excitation, au lieu de faire tache comme précédemment sur une lumière objective ou réelle.

» Sa nature ressort encore plus nettement de l'expérience suivante : on donne à la fenêtre du disque non plus la forme d'une bande étroite, mais celle d'un secteur angulaire renversé, c'est-à-dire d'un triangle très aigu ayant la pointe tournée vers le bord du disque et la base vers le centre. Dans des conditions convenables de vitesse du mouvement, la pointe seule du triangle lumineux semble dédoublée, et le raccord s'effectue avec la portion plus large précisément vers les limites que présente sur cette portion la bande noire d'entrée.

» Je signale à ce propos un fait curieux, sans en chercher pour le mo-

ment l'explication : ce dédoublement apparent d'un objet lumineux étroit peut se montrer avec toute espèce de couleur, mais il présente avec le rouge un caractère particulier, c'est que l'image redoublée paraît *tout à fait blanche*, quand on regarde surtout à un éclairage faible et dans la vision indirecte. Je n'ai pas retrouvé le phénomène avec d'autres couleurs, ce qui ne veut pas dire que l'exception soit absolue, étant donné la difficulté de ces recherches.

» Puisqu'il se produit une réaction négative au début et à la fin d'une excitation lumineuse, on devait s'attendre à trouver quelque chose d'analogue au moment des *changements soudains de l'intensité*. C'est en effet ce que j'ai vu se produire en faisant croître ou en faisant décroître brusquement une excitation donnée. Cette condition est facile à réaliser :

» Sur une fenêtre en secteur assez large, une moitié est recouverte d'un ou plusieurs doubles de papier calque, ce qui réduit plus ou moins notablement l'éclairage de la région correspondante. Suivant le sens de la rotation du disque, la partie la plus éclairée de l'objet arrive, sur un point donné de la rétine, avant ou après la partie la plus sombre. On peut d'ailleurs donner à chacune de ces deux parties de l'objet des étendues angulaires variables, ce qui permet de réaliser des conditions multiples.

» Or, indépendamment de la bande noire d'entrée de la lumière, on voit toujours se montrer au moins une bande noire très nette à la séparation des deux zones; cette bande est bien limitée et ne peut être rapportée à un phénomène de fatigue.

» C'est l'indice d'une réaction négative analogue aux précédentes. Quant au moment précis de son apparition, je n'ai pu encore le déterminer avec certitude. Mais les notions acquises suffisent à établir cette loi : *tout changement brusque et suffisamment grand de l'excitation lumineuse d'un point de la rétine détermine une réaction négative dont la forme oscillatoire peut être plus ou moins sensible.* »

GÉOLOGIE. — *Preuves de l'extension sous-marine, au sud de Marseille, du massif ancien des Maures et de l'Esterel.* Note de MM. **Vasseur**, et **E. Fournier**, présentée par M. Fouqué.

« Les remarquables travaux de MM. Marcel Bertrand et Zurcher ont mis en évidence les caractères géologiques qui font, de la région des Maures et de l'Esterel, une sorte de trait d'union naturel, reliant les Pyrénées et les Corbières au massif alpin. Ces relations s'accusent principalement dans l'allure des plis de la Provence si bien analysés et décrits par les géologues précités.

» En se basant sur la distribution des formations qui entourent le massif ancien des Maures et de l'Esterel, on peut supposer qu'une partie au moins de cette région n'a pas été recouverte par les eaux pendant la période secondaire; mais des phénomènes d'affaissement, s'ajoutant aux effets d'une érosion continue, ont singulièrement atténué les reliefs et diminué l'étendue de cette ancienne terre, partiellement abîmée de nos jours dans la Méditerranée.

» L'orientation du massif, allongé du nord-est au sud-ouest, puis dévié vers l'ouest, dans les environs de Toulon, ainsi que l'allure des affleurements permiens, qui se présentent en bordure parallèle à la direction générale, ont permis de supposer que la chaîne abaissée se prolonge à l'ouest sous la mer. D'autre part, la répartition des reliefs sous-marins, le long des côtes de Provence, permet d'entrevoir une relation entre le prolongement des Maures et la falaise sous-marine qui prend naissance vers l'extrémité occidentale du massif émergé et vient passer au large de Marseille, dans une direction est-ouest (¹).

» Cette idée qui, dans l'état actuel de nos moyens d'investigation, pouvait sembler reléguée à jamais dans le domaine des hypothèses, trouve aujourd'hui, dans nos observations, une confirmation éclatante.

» Il existe sur le littoral de Marseille, entre la plage du Prado et la Madrague de Montredon, un petit promontoire désigné sous le nom de Point-Rouge (²) et dont la constitution géologique ne présente aucune analogie avec les terrains de la région.

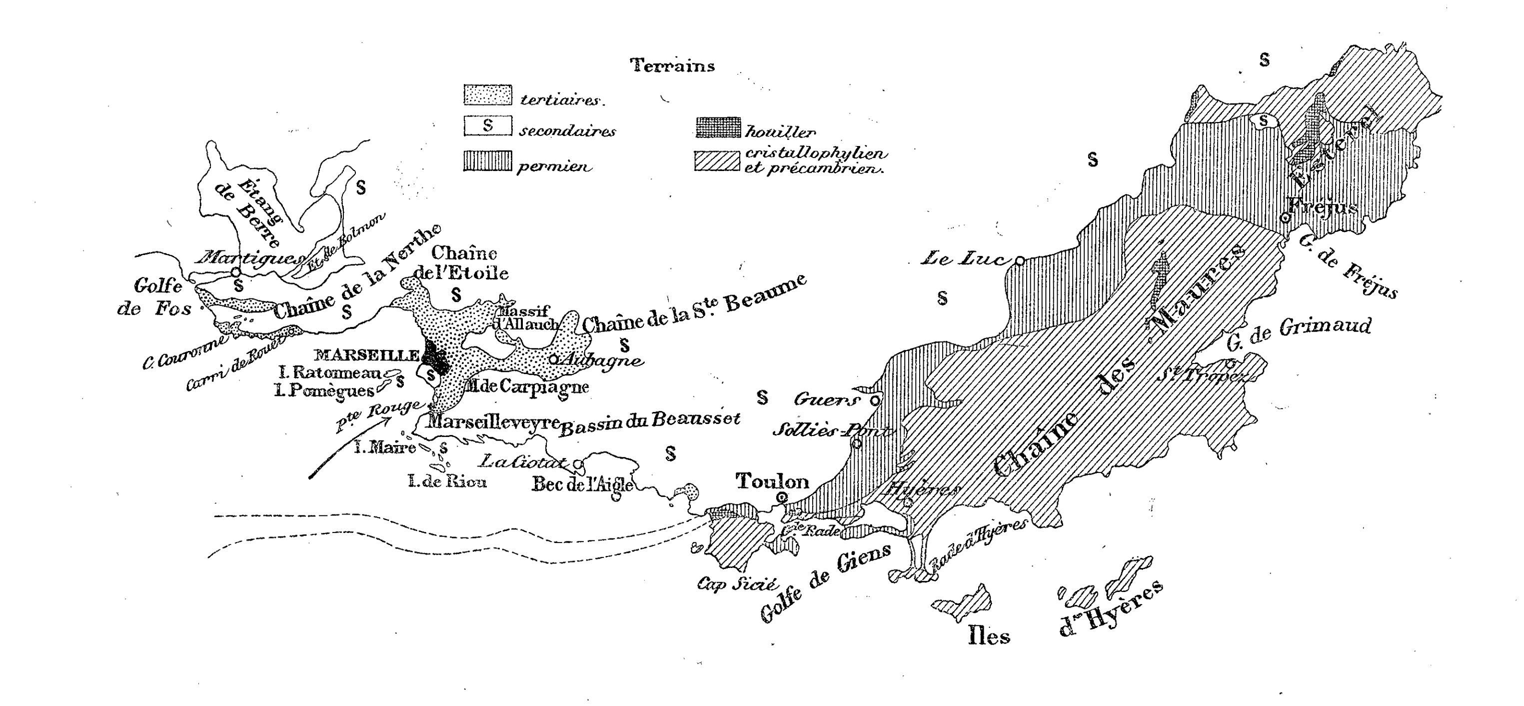
» Cette pointe, qui mesure à peine 300^m de longueur, se compose d'un conglomérat à gros éléments, en bancs nettement stratifiés, relevés parfois jusqu'à la verticale.

» Le ciment de cette roche est constitué par une argile d'un rouge vif, plus ou moins sableuse et souvent calcarifère.

» Les éléments très roulés sont de dimensions extrêmement variables et atteignent jusqu'à 30^{cm} ou 40^{cm} de diamètre; ce sont, pour la plupart, des grès et des quartzites dont les origines anciennes ne sauraient être contestées; les grès d'un rouge brun, psammitiques, très micacés, peuvent être rapportés sans hésitation au Permien; les quartzites gris foncé ou brunâtres sont bien identiques à ceux des Maures.

(¹) Cette falaise a été décrite par M. le professeur Marion, sous le nom de *Falaise Peyssonnel*.

(²) Ce point est indiqué par une croix sur la Carte ci-jointe.


Terrains
tertiaires.
secondaires
permien
houiller
cristallophylien
et précambrien.
Étang
de Berre
Et. de Bolmon
Martigues
Golfe
de Fos
Chaîne de la Nerthe
Chaîne
de l'Étoile
Massif
d'Allauch
Chaîne de la Ste Beaume
C. Couronne
Carri de Rouet
MARSEILLE
I. Ratonneau
I. Pomègues
Aubagne
Mt de Carpiagne
Pte Rouge
Marseilleveyre
Bassin du Beausset
I. Maire
I. de Riou
La Ciotat
Bec de l'Aigle
Toulon
Guers
Solliès Pont
Le Luc
Hyères
Chaîne des Maures
G. de Grimaud
St Tropez
Fréjus
G. de Fréjus
Esterel
Cap Sicié
Golfe de Giens
Rade d'Hyères
Iles d'Hyères

» A ces éléments s'associent des grès feldspathiques rappelant le grès bigarré des environs de Toulon, des quartz filoniens anciens et quelques galets de calcaire marmoréen, gris ou rose, paraissant provenir du jurassique supérieur ou de l'infracrétacé.

Le caractère le plus remarquable de cette formation consiste dans l'abondance des grès permiens et triasiques entrant dans la constitution de ce dépôt et la rareté relative des éléments calcaires, alors que les massifs voisins sont essentiellement formés de roches de cette nature.

» Ces conditions de gisement ne permettent pas de supposer que les galets en question ont une origine continentale et qu'ils auraient été entraînés par des eaux torrentielles descendues des Maures, car dans cette hypothèse les éléments anciens se trouveraient mélangés à une quantité considérable de galets calcaires arrachés aux roches jurassiques et crétacées rencontrées par le cours des eaux.

» Une telle association s'observe au contraire dans les poudingues oligocènes du bassin de Marseille, qui sont d'origine torrentielle et où les galets de quartz, de quartzite et de grès anciens, sont beaucoup moins abondants que les débris roulés des calcaires secondaires.

» L'hypothèse de l'origine continentale du conglomérat de Pointe-Rouge étant ainsi écartée, on est obligé de conclure à un apport direct des galets en cet endroit, *sous l'influence d'un courant marin*, ces éléments provenant du démantèlement, par les flots, des derniers témoins émergés du massif ancien, au sud de Marseille.

» Il suffit en outre d'examiner la carte schématique ci-jointe, pour se convaincre que l'hypothèse d'un transport de cailloux roulés par des *courants littoraux* est incompatible avec la situation du poudingue de Pointe-Rouge, au nord du massif de Marseilleveyre, primitivement relié aux îles de Riou, Jaire et Maire. Le charriage de ces galets a donc dû s'effectuer du sud-ouest au nord-est suivant la direction indiquée par une flèche sur notre carte, et, comme le lieu d'origine des éléments transportés ne pouvait être situé au bas de la falaise sous-marine, il est légitime de supposer que le prolongement de la bande permienne, primitivement émergée, doit se confondre avec la limite méridionale du plateau sous-marin qui borde le littoral.

» Ces conclusions concordent, non seulement avec la direction de la bande permienne, sur le continent, mais encore avec un fait dont le haut intérêt ne nous semble pas avoir été mis suffisamment en lumière.

» Les pittoresques falaises du Bec de l'Aigle, près de la Ciotat, sont

constituées par le Turonien qui affecte, en cet endroit, un facies littoral bien accusé. Tandis que le même étage offre plus au nord des marnes et des calcaires à rudistes, il se compose ici de conglomérats puissants à éléments anciens. La nature de ce dépôt suffisait déjà à démontrer qu'à l'époque turonienne la partie émergée du massif ancien des Maures se prolongeait sous le méridien de la Ciotat; nos observations sur Pointe-Rouge fournissent aujourd'hui un nouveau repère, jalonnant beaucoup plus à l'ouest l'extension primitive de l'ancien massif.

» Le poudingue dont nous venons de déterminer l'origine ne présente malheureusement, avec les terrains environnants, aucune relation qui permette d'en préciser l'âge. Recouvert par des alluvions anciennes en couches horizontales et formées d'éléments peu roulés, il s'appuie directement au nord sur les marnes aptiennes qui n'avaient pas encore été signalées sur cette partie du littoral (¹), tandis que, vers le sud, il disparaît sous le quaternaire.

» Il existe bien, sur la côte du Rouet, près Carry, des poudingues tongriens et aquitaniens contenant, comme ceux de Pointe-Rouge, des cailloux roulés de quartzite et de grès psammitique dont l'origine marine est indiscutable; mais, en cet endroit, les éléments anciens sont mélangés à de nombreux galets calcaires provenant des terrains secondaires de la région; le synchronisme de ces deux formations ne nous paraît guère probable et la disposition en couches verticales du poudingue de Pointe-Rouge semble indiquer que ce dépôt remonte à une époque plus ancienne que les conglomérats de Carry. »

M. H. **Dufour** adresse de Lausanne, par l'entremise de M. *Mascart*, quelques épreuves obtenues à l'aide des procédés imaginés par M. Röntgen.

« Une main d'enfant, dont les doigts étaient garnis de bagues en laiton ou en aluminium, fournit une épreuve sur laquelle on distingue la projection des bagues, le contour de la peau, la structure du squelette et en particulier l'ossification incomplète de la phalangette du petit doigt.

» La photographie d'une grenouille permet également de distinguer les os du bassin, des membres et un peu ceux de la tête.

» L'épreuve d'une auge à parois parallèles incomplètement remplie de

(¹) Nous avons recueilli dans ces marnes *Belemnites semicanaliculatus*, *Ammonites Cornueli*.

sang n'a montré qu'une différence d'intensité à peine sensible entre la partie vide et celle qui était occupée par le liquide. »

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note relative aux expériences récentes de M. Röntgen.

M. Zenger rappelle ses propres Communications, faites à l'Académie des Sciences, en février et août 1886; la photographie du mont Blanc qu'il a obtenue la nuit, à deux reprises, à 80^{km} de distance. Il rappelle également les travaux de MM. Hittorf, Hertz, Ayrton, qui ont démontré la perméabilité de plaques de soufre, de caoutchouc vulcanisé, de plâtre, etc. Suivant lui, la radiation cathodique n'est autre que la radiation ultraviolette, invisible, qui se produit dans l'espace raréfié des tubes de Crookes, et il était déjà démontré qu'elle est arrêtée par les plaques métalliques. Ces radiations peuvent développer la fluorescence et la phosphorescence, dans des corps qui sont opaques pour les radiations de longueurs d'ondes plus grandes.

M. A. Tripier adresse une Note relative à la « Thérapeutique des rétrécissements urétraux ».

La méthode de traitement conseillée vise la résolution des exsudats conjonctifs ou fibreux péri-urétraux : elle consiste dans l'injection urétrale du topique savonneux ioduré, depuis longtemps employé par l'auteur à la cure des fibromes utérins.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 janvier 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Novembre-décembre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 2 fasc. in-8°.

Tables de mortalité du Comité des Compagnies d'assurances à primes fixe sur la vie (Compagnie d'Assurances générales, Union, Nationale et Phénix). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Bulletin de l'Association des Photographies documentaires. N° 1. Janvier 1896. Paris, 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Laussedat.)

Travaux hydrauliques en Bosnie-Herzégovine. 1re Partie : *Travaux d'amélioration et citernes dans la région du Karst,* par M. PHILIPPE BALLIF. Vienne, Adolph Holzausen, 1896; in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

L'Anthropologie. 1895. Novembre-décembre. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. 30 décembre 1895. Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Janvier 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique. Nos 359 et 360. 2 fasc. gr. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences, fusionnée avec l'Association scientifique de France (fondée par Le Verrier en 1864). Compte rendu de la 24e Session. Première Partie. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1894. Wien, 1895; in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 JANVIER 1896.

Méthode d'analyse des fontes, des fers et des aciers, par M. ADOLPHE CARNOT, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; 1 vol. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Emploi de l'eau oxygénée dans le dosage pondéral et volumétrique du chrome et du manganèse, par M. ADOLPHE CARNOT, Membre de l'Institut. (Extrait des *Annales des Mines;* novembre 1894.) Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq; in-8°.

Sur l'oxydation du cobalt et du nickel en liqueur alcaline et en liqueur ammoniacale. Application du dosage de ces métaux, par M. ADOLPHE CARNOT, Inspecteur général des Mines. (Extrait des *Annales des Mines;* juin 1895.) Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; in-8°.

Sur les cristaux des scories de déphosphoration, par M. Adolphe Carnot, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut. (Extrait des *Annales des Mines;* septembre 1895). Paris, V^{ve} Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; in-8°.

Sur quelques phosphates d'alumine naturels et sur un gisement de minervite, par M. Adolphe Carnot, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut. (Extrait des *Annales des Mines;* septembre 1895). Paris, V^{ve} Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Expériences sur un projet d'aérostats en aluminium, par M. Caubet, chef de travaux physiques à la Faculté des Sciences. *Projet d'aérostat en aluminium,* par M. Gouttes, Inspecteur divisionnaire du travail à Bordeaux. (Extrait des *Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux.*) Bordeaux, G. Gounouilhou, 1895; in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences, 1895. Directeur : Joseph Vinot; 1 vol. in-4°.

Journal d'hygiène : Climatologie, publié par le D^{r} Prosper de Pietra Santa. Jeudi 16 janvier 1896.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le corps enseignant de l'École d'Alfort. 15 janvier 1896. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Décembre 1895. 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie. 15 janvier 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

La tribune médicale, revue française de Médecine. Rédacteur en chef : J.-V. Laborde, Membre de l'Académie de Médecine, etc. 15 janvier 1896. Paris, Goupy et Maurin, 1 fasc. gr. in-8°.

The topography of the Battle of Platœa; the city of Platœa. The field of Leuctra, by G.-B. Grundy, B. A. London, John Murray, 1894; in-8°.

Notes of a journey on the upper Mekong, Siam, by H. Warington Smyth. London, 1895; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXX des *Comptes rendus* (1[er] semestre 1895) est en distribution au Secrétariat.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Rouché*, comme Membre libre, en remplacement de M. le baron Larrey.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Rouché** prend place parmi ses confrères.

M. le **Maire de Nice** invite l'Institut à se faire représenter, le 4 mars, à la cérémonie d'inauguration du monument érigé à l'occasion du centenaire de la réunion de cette ville à la France.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre d'une enveloppe ellipsoïdale*. Mémoire de M. **L. Lecornu**, présenté par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Darboux, Sarrau.)

« L'équilibre d'une surface flexible et inextensible soumise à des forces données est régi par un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre, que j'ai établi et étudié en 1880 (*Journal de l'École Polytechnique*). Malheureusement ces équations, à coefficients variables, se prêtent bien rarement à l'intégration. Je suis récemment parvenu à traiter le cas d'une membrane affectant la forme d'un ellipsoïde à trois axes inégaux, et tendue par une pression constante telle que celle d'un fluide. En dehors des applications pratiques dont les résultats obtenus paraissent susceptibles, notamment pour la construction des aérostats, cette recherche éclaire certaines questions que soulève la théorie générale. Étant donné, par exemple, que l'intégration introduit deux fonctions arbitraires, comment se trouvent déterminées ces fonctions? J'ai trouvé qu'un seul état d'équilibre est compatible avec la condition d'avoir partout des tensions finies et continues; les intégrales peuvent, en effet, être mises sous une forme telle que chaque fonction arbitraire, uniforme, jamais infinie, dépende d'une variable imaginaire passant par toutes les valeurs, finies ou infinies, et l'on sait qu'une pareille fonction se réduit à une constante.

» Cette constante elle-même n'admet qu'une seule valeur capable d'éviter l'apparition, vers les ombilics, de tensions infinies. La méthode que j'ai suivie consiste à employer d'abord les coordonnées elliptiques, à transformer les équations d'équilibre en les rapportant aux génératrices imaginaires de l'ellipsoïde, à effectuer l'intégration et déterminer les fonctions arbitraires dans ces conditions, puis à faire disparaître les imaginaires par le retour aux coordonnées elliptiques. Pour simplifier les calculs, je

me suis servi avec grand avantage de fonctions elliptiques; mais ces fonctions ne laissent aucune trace dans les résultats.

» Je désigne par $2a$, $2b$, $2c$ les axes de l'ellipsoïde; par P la somme $a^2+b^2+c^2$, par $2Q$ la somme $a^2b^2+b^2c^2+c^2a^2$, par R le produit $a^2b^2c^2$, par u et v les coordonnées elliptiques $(a^2>u>b^2>v>c^2)$, par Π la pression sur l'unité de surface, par n_1 et n_2 les tensions, rapportées à l'unité de longueur, qui s'exercent normalement aux éléments linéaires correspondant à du, dv; par t les tensions tangentielles éprouvées par ces mêmes éléments (on sait, par la théorie générale, que t a la même valeur pour deux éléments orthogonaux). Avec ces notations, j'ai trouvé et vérifié de diverses manières les formules que voici :

$$(1)\quad \begin{cases} n_1 = \dfrac{\Pi}{abc}\dfrac{\sqrt{uv}}{u(u-v)}\left[u^2v - Puv + Q(u+v) - R\right], \\ n_2 = -\dfrac{\Pi}{abc}\dfrac{\sqrt{uv}}{v(u-v)}\left[uv^2 - Puv + Q(u+v) - R\right], \\ t = -\dfrac{\Pi}{abc}\dfrac{\sqrt{(a^2-u)(u-b^2)(u-c^2)}\sqrt{(a^2-v)(b^2-v)(c^2-v)}}{u-v}. \end{cases}$$

» La discussion de ces équations montre que t est nul sur les trois sections principales et ne peut l'être ailleurs. Elle prouve aussi qu'il existe quatre *ombilics mécaniques*, c'est-à-dire quatre points pour lesquels on a : $n_1=n_2$ et $t=0$. Ces points, naturellement symétriques par rapport aux plans principaux, appartiennent à la section perpendiculaire au grand axe ou à la section perpendiculaire à l'axe moyen, suivant que l'expression $\frac{1}{c^2}-\frac{1}{b^2}-\frac{1}{a^2}$ est positive ou négative. En laissant de côté les ellipsoïdes de révolution, les ombilics mécaniques ne coïncident jamais avec les ombilics géométriques. Quand l'expression précédente est nulle, les ombilics mécaniques se concentrent aux extrémités du petit axe. Sur le contour d'une section principale, les tensions normales à cette section varient d'un point à l'autre. Si, laissant fixes les axes $2b$, $2c$ ainsi que la pression Π, on fait croître indéfiniment le grand axe, l'irrégularité de distribution des tensions s'exagère de plus en plus sur la section fixe (la valeur moyenne restant invariable), si bien qu'un ellipsoïde qui s'allongerait ainsi sans limite finirait par se rompre sur le contour de sa section minima, et cela, quelle que fût la petitesse de la pression, exception faite toutefois du cas où la section minima serait circulaire.

» On appellera *lignes isostatiques* les courbes dont chaque élément est normal à la tension qui le sollicite. En chaque point passent deux lignes isostatiques; l'ensemble de ces lignes forme, comme on sait, deux familles orthogonales, et leur configuration est naturellement indépendante de la grandeur attribuée à la pression Π. En posant $uv = s$ et $u + v = t$, l'équation différentielle des lignes isostatiques est

$$(2) \qquad (\mathrm{R}t - \mathrm{Q}s)\,dt^2 - (\mathrm{R} + \mathrm{Q}t + \mathrm{P}s)\,ds\,dt + (\mathrm{Q} - s)\,ds^2 = 0.$$

» Considérons la fonction ω de θ définie par l'équation

$$\omega = (\theta - a^2)^{\mathrm{A}}(\theta - b^2)^{\mathrm{B}}(\theta - c^2)^{\mathrm{C}}\left[\mathrm{K} + \int \frac{\theta(\mathrm{R} - \mathrm{Q}\theta)\,d\theta}{(\theta - a^2)^{\mathrm{A}+1}(\theta - b^2)^{\mathrm{B}+1}(\theta - c^2)^{\mathrm{C}+1}}\right],$$

dans laquelle K désigne une constante arbitraire, et

$$\mathrm{A} = \frac{1}{2}\,\frac{b^2c^2 - a^2(b^2 + c^2)}{(a^2 - b^2)(a^2 - c^2)}, \qquad \ldots.$$

L'équation (2) est intégrée par les expressions

$$s = \omega - \theta\frac{d\omega}{d\theta}, \qquad t = -\frac{d\omega}{d\theta}.$$

» La partie réelle des lignes isostatiques est obtenue sans que θ ait jamais à franchir les valeurs critiques a^2, b^2, c^2. Il y a, en outre, trois intégrales singulières, correspondant aux trois sections principales et représentées par les équations

$$s = a^2t - a^4, \qquad \ldots.$$

Quand on a obtenu une ligne isostatique autre que les sections principales, les autres lignes de la même famille s'en déduisent sans nouvelle quadrature. La disposition générale des lignes isostatiques est analogue à celle des lignes de courbure; mais les ombilics géométriques sont remplacés par les ombilics mécaniques.

» Quand la différence $\frac{1}{c^2} - \frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2}$ est nulle, les lignes isostatiques sont constituées par les lignes de niveau et de plus grande pente de l'ellipsoïde (le petit axe étant supposé vertical). Ceci montre que les lignes isostatiques, à la différence des lignes de courbure, ne forment pas un système isotherme. »

M. **Jäderin** adresse, par l'entremise de M. *d'Abbadie*, un Mémoire intitulé : « Mesure d'une section de la base de Paris, avec l'appareil Jäderin ».

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Bassot.)

M. **d'Abbadie**, en présentant ce Mémoire à l'Académie, ajoute :

« Nos officiers d'État-Major emploient la méthode la plus précise pour mesurer une base géodésique. A cette fin, ils placent successivement sous deux microscopes, tenus toujours à la même distance, munis d'un niveau à bulle d'air, placés au-dessus d'une règle longue de 4^{mt} et composée de deux barres de métaux différents à dilatations étudiées d'avance, ces règles supportant aussi un niveau à bulle d'air. Par les microscopes, on mesure à chaque portée les petites corrections à faire en plus ou en moins. Ces opérations minutieuses et la petitesse des portées successives allongent le travail au point qu'on ne peut guère avancer que de 400^{mt} par jour.

» Travaillant seul en Corse, sans aides exercés, M. Hatt agrandit ses portées au moyen d'un ruban d'acier long de 20^{mt}, protégé par une gaine en molleton percé de trous pour y introduire des thermomètres. Ce ruban posé sur chevalet était tendu par deux poids de 8^{kg} chacun. Quoique gêné par le mauvais temps, M. Hatt a mesuré ainsi une base de 5400^{mt} et, après avoir fait tout le tour de la Corse en observant une centaine de triangles et en employant sa méthode de coordonnées rectangulaires, il est revenu à sa base et l'a retrouvée exactement de la même longueur. Il mesurait ainsi 5 à 600^{mt} par jour.

» M. Jäderin, professeur de Géodésie à l'École Polytechnique de Suède, employait aussi un ruban métrique ; mais, pour se débarrasser des chevalets, il a fait une dernière étape en lui substituant un simple fil d'acier et un autre de bronze, longs de 25^{mt} et qu'on applique successivement à chaque portée. Ces fils sont tendus par des dynamomètres à ressorts tenus à la main avec des pressions de 10^{kg}. Les fils ont été étalonnés dans cet état de tension par deux températures ambiantes en été et en hiver, ce qui a fourni leurs coefficients de dilatation. Rejetant les chevalets dont l'emploi gêne pour bien maintenir l'alignement, M. Jäderin emploie dix trépieds placés d'avance au moyen d'un fil auxiliaire de 25^{mt} et ayant en tête des lignes de foi sur des cylindres portés par des douilles qui permettent de corriger les petits écarts dans la direction à mesurer. La grande étendue

de ces portées et l'isolement des fils portés sur les trépieds permettent de franchir plus d'un obstacle sur le terrain tout en augmentant la vitesse des opérations. Cette méthode permet de mesurer en moyenne 2500^{mt} par jour. En une seule journée d'été, on a pu même achever la mesure de 3^{km} entiers. »

M. **Fr. Casado y Estevez** adresse une Note relative aux résultats obtenus, par l'emploi de l'ail, contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le second Volume des Œuvres scientifiques de *J. Plücker*, publiées par la Société royale des Sciences de Gœttingen : « Zweiter Band, physikalische Abhandlungen, herausgegeben von Fr. Pockels ».

2° Un Ouvrage de M. *W. Zenker*, de Berlin, intitulé : « Construction thermique des climats, par les influences calorifiques des rayons solaires et de l'intérieur du globe terrestre ». (Présenté par M. Marey.)

3° Un Ouvrage de M. le général *Koversky* « Sur les travaux géodésiques en Sibérie et dans les pays limitrophes, avec une Carte à part ». (Offert à l'Académie par M. Venukoff.)

M. **G. Radde** adresse, de Tiflis, ses remercîments pour la distinction accordée à ses travaux par l'Académie.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires, faites à l'observatoire du Collège romain, pendant le deuxième semestre* 1895. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 28 janvier 1896.

» J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie les résultats des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre 1895.

» Voici le résumé, pour les taches et les facules :

1895.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Juillet.......	30	12,06	0,00	28,4	78,5	3,9
Août........	30	22,50	0,00	90,2	75,7	4,4
Septembre....	30	11,34	0,00	50,0	70,0	4,1
Octobre......	22	15,77	0,00	77,8	76,1	3,7
Novembre....	25	10,36	0,04	41,2	66,8	3,2
Décembre....	16	10,56	0,00	72,9	67,8	5,8

» En comparant ces données avec celles du premier semestre, on voit que le phénomène des taches solaires a continué à diminuer, avec un minimum secondaire pour le mois de novembre, pendant lequel ont commencé à paraître les jours sans taches.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1895.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Juillet..........	30	7,80	41",4	2°,0
Août...........	30	7,67	41,9	1,8
Septembre......	28	6,00	41,8	1,9
Octobre.........	20	4,45	36,4	1,7
Novembre......	21	5,10	36,1	1,8
Décembre.......	13	5,38	38,0	2,0

» On n'a donc pas constaté de diminution, comme pour les taches : on peut dire que le phénomène des protubérances hydrogéniques s'est conservé presque stationnaire pendant toute l'année 1895.

» Quant à la distribution des phénomènes solaires en latitude, je l'ai calculée par trimestre : j'ai obtenu les nombres suivants, par zones, dans les deux hémisphères du Soleil :

Latitudes.	Protubérances. 3e trimestre.		Protubérances. 4e trimestre.	
90° + 80°	0,000		0,000	
80 + 70	0,000		0,003	
70 + 60	0,003		0,000	
60 + 50	0,024		0,007	
50 + 40	0,123	0,577	0,071	0,485
40 + 30	0,112		0,128	
30 + 20	0,126		0,117	
20 + 10	0,113		0,099	
10 + 0	0,076		0,060	

Latitudes.	Protubérances. 3e trimestre.		Protubérances. 4e trimestre.	
0°—10°	0,073		0,057	
10—20	0,100		0,135	
20—30	0,084		0,124	
30—40	0,100		0,089	
40—50	0,050	0,423	0,078	0,515
50—60	0,007		0,011	
60—70	0,004		0,000	
70—80	0,003		0,014	
80—90	0,002		0,007	

» Pendant le 3e trimestre, on constate une plus grande fréquence des protubérances dans les zones boréales, comme dans les deux trimestres précédents, tandis que dans le 4e la différence est petite, avec un excès au sud de l'équateur. Le phénomène, cependant, s'est manifesté toujours bien marqué à partir de l'équateur jusqu'à ± 50°, comme dans le semestre précédent; à partir de ces limites, les protubérances ont été assez peu nombreuses jusqu'au pôle.

Latitudes.	Facules. 3e trimestre.		Facules. 4e trimestre.	
50°+40°	0,000		0,000	
40+30	0,009		0,011	
30+20	0,102	0,522	0,028	0,516
20+10	0,197		0,228	
10+0	0,214		0,179	
0—10	0,138		0,141	
10—20	0,201		0,201	
20—30	0,125	0,478	0,120	0,484
30—40	0,009		0,022	
40—50	0,005		0,000	

» Les facules sont comprises entre + 40° et — 50°, avec un maximum de fréquence dans la zone (0° ± 20°) comme dans le semestre précédent, mais elles ont été plus fréquentes au nord.

Latitudes.	Taches. 3e trimestre.		Taches. 4e trimestre.	
30°+20°	0,073		0,031	
20+10	0,305	0,500	0,277	0,570
10+0	0,122		0,262	
0—10	0,183		0,092	
10—20	0,268	0,500	0,246	0,430
20—30	0,049		0,092	

» Comme dans le semestre précédent, les taches ne dépassent pas les parallèles $\pm 30^\circ$, et présentent leur maximum de fréquence dans les zones ($\pm 10^\circ \pm 20^\circ$). La fréquence est plus grande dans les zones boréales, comme dans le 2e trimestre. On n'a pas observé d'éruptions métalliques ni de phénomènes dignes de remarque spéciale, à la place des taches et des facules. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions entières $x_1, \ldots, x_n$, $\varkappa_1, \ldots, \varkappa_n$, k de l'équation $x_1 \operatorname{arctang} \frac{1}{\varkappa_1} + x_2 \operatorname{arctang} \frac{1}{\varkappa_2} + \ldots + x_n \operatorname{arctang} \frac{1}{\varkappa_n} = k\frac{\pi}{4}$.* Note de M. **Carl Störmer**, présentée par M. Poincaré.

« Je vais démontrer que les conditions, énoncées dans ma Note précédente (p. 175 du ce Volume), sont suffisantes.

» Soit, en effet,

$$1 + \varkappa_\lambda^2 = 2^{\delta_\lambda} p_1^{|\alpha_\lambda|} \ldots p_m^{|\nu_\lambda|} \ldots p_s^{|\rho_\lambda|}$$

avec les mêmes significations que dans l'énoncé du théorème. D'après ce qui précède, cette équation peut s'écrire

$$\begin{aligned}(\varkappa_\lambda + i)(\varkappa_\lambda - i) = {} & (1+i)^{\delta_\lambda}(u_1 + iv_1)^{|\alpha_\lambda|} \ldots (u_m + iv_m)^{|\nu_\lambda|} \ldots (u_s + iv_s)^{|\rho_\lambda|} \\ & (1-i)^{\delta_\lambda}(u_1 - iv_1)^{|\alpha_\lambda|} \ldots (u_m - iv_m)^{|\nu_\lambda|} \ldots (u_s - iv_s)^{|\rho_\lambda|}.\end{aligned}$$

$\varkappa_\lambda + i$ ne peut pas être divisible à la fois par $u_m + iv_m$ et par $u_m - iv_m$, parce que $a_\lambda + ib_\lambda$ ne contient pas de diviseurs réels. Si ν_λ est différent de zéro, la plus grande puissance de $u_m \pm iv_m$ qui divise $\varkappa_\lambda + i$ sera $(u_m \pm iv_m)^{|\nu_\lambda|}$. Soit, en effet, $\varkappa_\lambda + i = (u \pm iv_m)^t c$, c n'étant pas divisible par $u_m \pm iv_m$, ce qui donne $1 + \varkappa_\lambda^2 = p_m^t cc'$, ce qui est impossible, à moins que $t = |\nu_\lambda|$.

» En appliquant ces considérations à tous les nombres premiers complexes $u_m \pm iv_m$ et $1 \pm i$ et en remarquant que $1 + i = i(1 - i)$, on aura

$$\varkappa_\lambda + i = \varepsilon_\lambda (1 - i)^{\delta_\lambda}(u_1 \pm iv_1)^{|\alpha_\lambda|} \ldots (u_m \pm iv_m)^{|\nu_\lambda|} \ldots (u_s \pm iv_s)^{|\rho_\lambda|},$$

où les signes, d'ailleurs, ne sont pas déterminés, et de même

$$\varkappa_\mu + i = \varepsilon_\mu (1 - i)^{\delta_\mu}(u_1 \pm iv_1)^{|\alpha_\mu|} \ldots (u_m \pm iv_m)^{|\nu_\mu|} \ldots (u_s \pm iv_s)^{|\rho_\mu|}.$$

» Un des nombres $\nu_1, \ldots, \nu_s$ est différent de zéro. Soit ν_λ ce nombre. Le produit $\nu_\lambda \nu_\mu$ étant négatif, seulement si $\varkappa_\lambda + \varkappa_\mu = \varkappa_\lambda + i + \varkappa_\mu - i$ est divisible par $p_m = (u_m + iv_m)(u_m - iv_m)$, il faut que $\varkappa_\lambda + i$ soit divisible par

$u_m \pm iv_m$, $\varkappa_\mu + i$ par $u_m \mp iv_m$, si ν_λ et ν_μ sont de signes opposés et tous les deux divisibles par $u_m \pm iv_m$, si ν_λ et ν_μ sont de même signe.

» Nous avons maintenant

$$x_1\nu_1 + x_2\nu_2 + \ldots + x_n\nu_n = 0.$$

» En chassant ceux des ν qui sont $= 0$, et en désignant par $x'\nu'$ les termes qui correspondent aux nombres $\varkappa + i$ divisibles par le même diviseur $u_m \pm iv_m$ que $\varkappa_\lambda + i$ et par $x''\nu''$ ceux relatifs aux nombres $\varkappa + i$ divisibles par le diviseur conjugué $u_m - iv_m$, cette relation peut s'écrire

$$\Sigma x'\nu' + \Sigma x''\nu'' = 0,$$

d'où, en se rappelant que ν' et ν'' sont de signes opposés,

$$\Sigma x' |\nu'| = \Sigma x'' |\nu''|,$$

c'est-à-dire :

» La somme des exposants de tous les diviseurs $u_m + iv_m$ qui divisent le produit $(\varkappa_1 + i)^{x_1}(\varkappa_2 + i)^{x_2}\ldots(\varkappa_n + i)^{x_n}$ est égale à la somme des exposants de tous les diviseurs $u_m - iv_m$. Mais alors le produit peut s'écrire $\varepsilon(1 - i)^\delta R$, ε étant une unité, R un nombre réel et

$$\delta = x_1\delta_1 + x_2\delta_2 + \ldots + x_n\delta_n.$$

Or, $\delta + k$ étant pair, le produit

$$\varepsilon(1 - i)^{\delta+k} R = \varepsilon(1 - i)^k (\varkappa_1 + i)^{x_1}(\varkappa_2 + i)^{x_2}\ldots(\varkappa_n + i)^{x_n}$$

sera réel ou purement imaginaire, d'où

$$x_1 \operatorname{arc\,tang} \frac{1}{\varkappa_1} + x_2 \operatorname{arc\,tang} \frac{1}{\varkappa_2} + \ldots + x_n \operatorname{arc\,tang} \frac{1}{\varkappa_n} = k\frac{\pi}{4},$$

aux multiples de $\frac{\pi}{2}$ près. C. Q. F. D.

» Il y a différentes espèces de diviseurs premiers p, selon que les nombres $\alpha, \beta, \ldots, \nu, \ldots, \rho$ sont positifs, négatifs ou $= 0$. On voit aisément que le nombre de ces espèces sera

$$N = 2^{n-1} - 1 + (n_1)(2^{n-2} - 1) + (n_2)(2^{n-2} - 1) + \ldots$$
$$+ (n_1)(2 - 1) = \frac{3^n + 1}{2} - 2^n.$$

» Les premières valeurs de N sont 1, 6, 25, 90, ... pour $n = 2, 3, 4, 5, \ldots$.

» *Si $n = 2$, on a*

$$x_1 \operatorname{arc\,tang} \frac{1}{\varkappa_1} + x_2 \operatorname{arc\,tang} \frac{1}{\varkappa_2} = k\frac{\pi}{4}.$$

» On voit aisément que x_1 et x_2 doivent être premiers entre eux et que les conclusions prennent la forme

$$1 + x_1^2 = 2^{\delta_1} A^{x_2}, \qquad 1 + x_2^2 = 2^{\delta_2} A^{x_1} \qquad \text{et} \qquad x_1 + x_2 \text{ divisible par A.}$$

» *J'ai démontré* [*Solution complète en nombres entiers m, n, x, y, k de l'équation m arc tang* $\frac{1}{x} + n$ *arc tang* $\frac{1}{y} = k\frac{\pi}{4}$ (*Comptes rendus de la Société des Sciences de Christiania*) *que les seules solutions dans ce cas sont celles déjà trouvées*]

$$\operatorname{arc tang}\frac{1}{2} + \operatorname{arc tang}\frac{1}{3} = \frac{\pi}{4} \text{ (Euler)}, \qquad 2 \operatorname{arc tang}\frac{1}{3} + \operatorname{arc tang}\frac{1}{7} = \frac{\pi}{4} \text{ (Véga)}$$

et

$$2 \operatorname{arc tang}\frac{1}{2} - \operatorname{arc tang}\frac{1}{7} = \frac{\pi}{4} \text{ (?)}, \qquad 4 \operatorname{arc tang}\frac{1}{5} - \operatorname{arc tang}\frac{1}{239} = \frac{\pi}{4} \text{ (Machin).}$$

» *Si* $n = 3$, *on a*

$$x_1 \operatorname{arc tang}\frac{1}{x_1} + x_2 \operatorname{arc tang}\frac{1}{x_2} + x_3 \operatorname{arc tang}\frac{1}{x_3} = k\frac{\pi}{4},$$

dont les conditions nécessaires et suffisantes prennent la forme

$$1 + x_1^2 = 2^{\delta_1}(A^b B^c \Pi p^{\lambda} \Pi q^{\lambda'} \Pi r^{\lambda''})\rho_3 \quad \text{et} \quad x_1 + x_2 \text{ divisible par } A\Pi q \Pi r \text{ et premier à } BC\Pi p,$$
$$1 + x_2^2 = 2^{\delta_2}(A^a C^c \Pi p^{\mu} \Pi q^{\mu'} \Pi r^{\mu''})\rho_2 \qquad x_1 + x_3 \quad \text{»} \quad B\Pi p \Pi r \quad \text{»} \quad AC\Pi q,$$
$$1 + x_3^2 = 2^{\delta_3}(B^a C^b \Pi p^{\nu} \Pi q^{\nu'} \Pi r^{\nu''})\rho_1 \qquad x_2 + x_3 \quad \text{»} \quad C\Pi p \Pi q \quad \text{»} \quad AB\Pi r,$$

où $x_1 = \rho_1\rho_2 a$, $x_2 = \rho_1\rho_3 b$, $x_3 = \rho_2\rho_3 c$ ne sont pas tous divisibles par le même diviseur, ρ_1 étant le plus grand diviseur commun à x_1 et x_2, ρ_2 à x_1 et x_3, ..., δ_1, δ_2 et δ_3 sont $= 0$ ou $= 1$ de manière que

$$x_1\delta_1 + x_2\delta_2 + x_3\delta_3 + k$$

soit pair. A, B et C sont des nombres entiers premiers entre eux et non divisibles par les nombres premiers p, q et r. Enfin $\lambda, \mu, \nu, \lambda', \mu', \nu', \lambda'', \mu'', \nu''$ sont des nombres entiers et positifs liés par les relations

$$a\lambda + b\mu = c\nu, \qquad a\lambda' + c\nu' = b\mu', \qquad b\mu'' + c\nu'' = a\lambda''.$$

» *Quant aux nombres* ρ, *j'ai démontré qu'ils sont tous les trois* $= 1$ *ou l'un égal à une puissance de* 2, *les deux autres* $= 1$. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'énergie dissipée dans l'aimantation.* Note de M. **Maurain**, présentée par M. Mascart.

« On sait que, lorsqu'un corps magnétique est soumis à l'influence d'une force magnétisante décrivant un cycle fermé, une certaine quantité d'énergie est dissipée sous forme de chaleur. On mesure ordinairement cette énergie au moyen des courbes d'aimantation obtenues en faisant varier le champ magnétique lentement ou par bonds successifs; de nombreux travaux ont été faits pour chercher sa valeur lorsque les variations du champ sont très rapides, ce qui est le cas dans les machines industrielles, mais les résultats obtenus sont peu concordants, même qualitativement; je me suis proposé de chercher comment elle varie avec la fréquence du champ périodique employé.

» La quantité de chaleur mise en jeu était mesurée de la manière suivante : un réservoir cylindrique en verre, surmonté d'une tige capillaire calibrée, contient le faisceau magnétique et est rempli d'alcool ; il est placé à l'intérieur d'une longue bobine produisant un champ uniforme; lorsque cette bobine est parcourue par un courant alternatif, il se produit un dégagement de chaleur qui est traduit par le mouvement de l'alcool dans la tige capillaire; toutes les précautions sont prises pour protéger le réservoir contre l'échauffement de la bobine.

» Dans ces conditions, la chaleur mise en jeu est due : 1° à l'aimantation elle-même; 2° aux courants d'induction. Cette dernière partie peut être supprimée presque complètement par l'emploi, au lieu de barreaux massifs, de faisceaux formés de fils suffisamment minces; la théorie, jointe aux résultats d'expériences comparatives faites avec des barreaux et des faisceaux de fils, permet de s'assurer de ce fait.

» Le courant alternatif, produit par une machine Gramme, était mesuré à l'aide de la méthode électrométrique de M. Joubert; l'alternateur était mis en mouvement par un moteur à courant continu dont on faisait varier la vitesse; pour étudier l'influence de la fréquence, on maintenait constante l'intensité du courant alternatif en modifiant convenablement l'intensité du courant primaire.

» La méthode calorimétrique employée est très sensible, mais aussi très délicate; en général, il y aurait sur une mesure deux corrections à faire, provenant : 1° de la variation de la température ambiante qui pro-

duit un déplacement lent du niveau dans le tube capillaire; 2° des pertes de chaleur à travers les parois du réservoir. Malgré toutes les précautions, ces corrections auraient toujours une part d'incertitude. J'ai donc cherché à les réduire le plus possible. On peut rendre la première très faible en opérant dans une pièce où la température varie lentement, et en s'astreignant à ne faire une expérience que quand la variation lente du niveau, toujours observée au préalable, est très petite par rapport à celle que l'on prévoit dans l'expérience à exécuter. Quant à la deuxième, on peut s'en affranchir de la façon suivante : la courbe représentant, en fonction du temps, la variation du niveau pendant une expérience, déterminée dans des expériences préliminaires, est une ligne droite qui s'infléchit au moment où les pertes de chaleur, à travers les parois, deviennent appréciables; on procède aux expériences de mesures en ne fermant le circuit que pendant une durée inférieure à celle qui correspond à la partie rectiligne. Chaque mesure est répétée plusieurs fois, généralement trois, dans les mêmes conditions, ce qui permet de se rendre compte de la précision des expériences et de corriger toute erreur accidentelle.

» Voici quelques-uns des nombres obtenus :

» Fils de fer de $0^{mm},5$ de diamètre :

Fréquence........	10	19,6	33,45	42,25	49,9	63,3
Variation du niveau par période.....	153.10^{-4}	140	127,5	119,6	116,3	114
Valeurs relatives..	1	0,915	0,833	0,781	0,76	0,745

» 2° Fils d'acier de $0^{mm},5$ de diamètre :

Fréquence......................	13,4	18,35	39,9	51,7	65,5
Variation du niveau par période...	$65,9.10^{-4}$	60,9	52,6	51,4	49,8
Valeurs relatives.................	1	0,924	0,798	0,78	0,755

Ainsi, *la quantité de chaleur dissipée pendant une période diminue quand la fréquence augmente, cette diminution étant de plus en plus lente.*

» J'ai d'ailleurs vérifié, par des expériences faites avec des cylindres de cuivre, que, comme la théorie l'indique, la chaleur par période relative aux courants d'induction croît, au contraire, à peu près linéairement avec la fréquence.

» J'ai cherché si la diminution relative observée était la même pour différentes valeurs du champ magnétisant; pour cela, j'ai construit pour deux fréquences (22,65 et 46,5) les courbes représentant les variations de l'énergie dissipée en fonction de l'amplitude du champ (fils de fer de $0^{mm},5$);

il suffit alors de prendre le rapport de deux ordonnées correspondantes.

» Voici les résultats obtenus :

Maximum du champ.	50cgs	100cgs	150cgs	200cgs	250cgs	300cgs	350cgs	380cgs
Rapport.............	0,858	0,854	0,866	0,862	0,861	0,860	0,864	0,866

Ainsi, *la diminution relative est sensiblement indépendante de la valeur du champ*.

» Les nombres indiqués dans la première ligne donnent la valeur maximum du champ produit par la bobine; dans le faisceau lui-même, la force démagnétisante en réduit notablement la valeur.

» Il resterait à expliquer pourquoi l'énergie dissipée diminue quand la fréquence augmente; il me semble que cet effet pourrait provenir du rôle d'écran que jouent les couches superficielles du corps magnétique par rapport aux couches internes; des expériences en cours d'exécution sur les écrans électromagnétiques, dans lesquelles j'étudie le rôle de la fréquence, paraissent favorables à cette manière de voir. »

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance des lames métalliques minces.* Note de M. **Édouard Branly.**

« En novembre 1894, M. Aschkinass a présenté à la Société de Physique de Berlin des expériences relatives à l'accroissement de conductibilité de minces lames d'étain, sous l'influence des décharges électriques. Récemment, M. Minzuno et M. Haga ont repris la même étude. Ce phénomène n'est pas nouveau. J'ai fait connaître, en 1891, l'accroissement de conductibilité que l'action des décharges électriques détermine sur des feuilles d'or, d'aluminium, d'argent de très faible épaisseur (1).

» En partant du verre platiné, qui m'avait offert le premier une diminution de résistance, j'avais été conduit à opérer sur des lames de verre ou d'ébonite recouvertes de métaux porphyrisés, puis sur des limailles plus ou moins tassées et enfin sur des limailles noyées dans des poudres isolantes. J'ai insisté sur les énormes variations de conductibilité de ces diverses substances.

» Du verre platiné, il était naturel de passer à des lames métalliques

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 93; *Bulletin de la Soc. intern. des Électriciens*, t. VIII, p. 197; *Lumière électrique*, t. XL, p. 307 et 507.

minces. Bien qu'on ait alors affaire à des conducteurs continus, il n'est pas surprenant de voir encore se manifester les phénomènes observés avec des substances discontinues. Le battage ayant pour effet d'accroître les intervalles moléculaires des feuilles minces, on conçoit que les décharges puissent agir en comblant les vides, comme elles paraissent le faire dans le cas d'agglomérés visiblement discontinus.

» Mes expériences étaient faites au pont de Wheatstone, dans une salle à température constante.

» Les feuilles étaient appliquées sur des lames de verre; elles avaient 6^{cm} à 7^{cm} de longueur, 3^{mm} environ de largeur, et leur communication avec le circuit était établie à leurs extrémités par des pinces de laiton.

» La diminution de résistance ne se produit qu'avec des lames très minces et elle n'atteint que quelques centièmes de la résistance totale.

» Des étincelles successives déterminaient à distance une diminution lente de résistance, mais l'effet maximum était obtenu d'emblée par la communication de la feuille métallique avec une bouteille de Leyde très faiblement chargée. L'aluminium est le métal qui m'avait présenté la plus forte diminution.

» Le rétablissement de la résistance par le choc se produisait ici comme avec les substances discontinues; ce rétablissement est dû à un tremblement moléculaire analogue à celui qui fait décroître le magnétisme d'un barreau aimanté.

» Abandonnée à elle-même après l'action d'une décharge électrique, la feuille métallique reprend peu à peu, et avec une très grande lenteur, sa résistance primitive. Le plus souvent, le retour n'est pas complet après vingt-quatre heures.

» En tenant compte du nouveau phénomène que j'ai décrit l'an dernier sur la résistance au contact de deux métaux, l'interprétation des résultats relatifs à la diminution de résistance d'une feuille métallique devenait incertaine. Il était nécessaire de rechercher si la diminution n'est pas apparente et simplement due à la disparition d'une résistance au contact de la feuille et des plaques métalliques par lesquelles elle est reliée au reste du circuit. J'ai fait voir, en effet, que, pour certains métaux, il s'établit une importante résistance au passage, croissant avec la durée du courant et disparaissant subitement et presque complètement par le contact avec une bouteille de Leyde très faiblement chargée.

» Pour élucider la question, j'ai repris la disposition expérimentale que j'ai figurée dans les *Comptes rendus* (1). Ayant interposé une feuille d'or, ou d'aluminium, ou d'argent entre deux plaques de laiton, je me suis assuré que la résistance du système, négligeable au début du passage du

(1) Séance du 22 avril 1895, t. CXX, p. 870.

courant d'un élément Daniell, n'augmentait pas avec le temps et qu'une décharge électrique ne la modifiait en aucune façon. Il est ainsi établi qu'avec des serrages en laiton il n'y a pas lieu de se préoccuper d'une résistance qui aurait son siège entre la feuille et les plaques de contact. Dans les expériences rappelées plus haut, ce sont donc bien les feuilles d'or, d'aluminium ou d'argent qui diminuent seules de résistance sous l'influence des décharges électriques.

» Il n'en serait pas toujours ainsi. Si l'on opérait, par exemple, sur une feuille d'aluminium serrée à ses extrémités entre des plaques de plomb, l'effet produit par une décharge électrique serait complexe, car il y aurait à considérer à la fois la diminution de résistance de la feuille elle-même et la disparition presque complète d'une résistance de contact entre l'aluminium et le plomb, et cette dernière variation serait, dans ce cas, de beaucoup la plus importante. »

PHYSIQUE. — *Observations à propos de la Note récente de M.* G. Le Bon, *sur la lumière noire;* par M. **G.-H. Niewenglowski.**

« J'ai répété l'expérience de M. Gustave Le Bon, mais dans l'obscurité, *sans aucune source de lumière;* le résultat a été le même que celui de M. Le Bon, ce qui semble indiquer que l'image développée sur la plaque sensible provient de l'énergie lumineuse emmagasinée par le cliché lors du tirage d'épreuves positives, énergie qu'il a conservée et communiquée à la plaque sensible.

» On peut rapprocher de ce fait le suivant, indiqué pour la première fois par M. Laoureux, et que j'ai eu souvent l'occasion d'observer. Une plaque exposée à la chambre noire et non développée étant mise en contact, ou à une petite distance, d'une autre plaque sensible qui n'a pas subi l'action de la lumière, on peut révéler une image sur les deux, la seconde étant plus faible (1). »

---

(1) Ces expériences, qui ne réussissent pas avec toutes les plaques, semblent, comme l'a dit Eder à propos de celle de M. Laoureux, provenir d'une sorte de phosphorescence de la gélatine.

PHYSIQUE. — *La Photographie à la lumière noire.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. d'Arsonval.

« Avant de faire connaître les résultats nouveaux de mes recherches sur la lumière noire, je vais donner quelques indications destinées à faciliter la reproduction de ces expériences.

» La rapidité des plaques photographiques du commerce variant dans le rapport de 1 à 4, il est évident que si, pour obtenir une image demandant trois heures d'exposition avec des plaques très rapides, on faisait usage de plaques d'une rapidité quatre fois moindre, on n'obtiendrait aucun résultat. On n'en obtiendrait pas davantage si l'on ne faisait pas usage d'un révélateur suffisamment énergique.

» J'ai eu bien soin d'expliquer, dans ma précédente Note, que j'avais éliminé deux facteurs d'erreur : l'influence possible de la chaleur, puis celle de la lumière emmagasinée sur les clichés. Après avoir fait usage de plusieurs méthodes, dont une des plus simples est de couper en deux parties le cliché et à utiliser les deux parties pour des expériences comparatives, je me suis arrêté à un procédé consistant à ne faire d'expériences qu'avec des clichés restés pendant une journée dans l'obscurité en contact avec la glace sensible sans donner aucun voile au développement. Si ces clichés donnent ensuite des images après exposition derrière les plaques métalliques, ces images ne pourront être dues, évidemment, qu'à l'influence de la lumière noire. Je me sers toujours, d'ailleurs, des mêmes clichés. Ne sortant pas de leurs châssis, sauf dans le laboratoire, ils ne sauraient recevoir d'autre lumière que celle qui passe à travers les plaques métalliques, c'est-à-dire de la lumière noire.

» Quant à la chaleur, je me suis convaincu, en maintenant pendant douze heures des plaques sensibles en contact avec des clichés à une chaleur obscure de 50°, qu'on n'obtenait aucune trace d'image.

» Je n'ai fait usage de lampes à pétrole que pour avoir une lumière constante. La lumière du jour donne des résultats meilleurs, mais possède une intensité trop variable pour pouvoir permettre des expériences comparatives.

» Il n'est nullement nécessaire que les lames opaques soient en contact avec le cliché. On obtient les mêmes résultats en les plaçant à une certaine

distance, de façon à isoler la glace sensible et le cliché de tout contact métallique.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie des négatifs obtenus en opérant, comme je l'ai précédemment indiqué, à travers des lames métalliques d'environ $0^{mm},5$ d'épaisseur.

» Le premier négatif a été obtenu à travers une plaque d'aluminium, métal fort transparent pour les rayons noirs. L'image est aussi vigoureuse que si elle avait été obtenue par des procédés ordinaires.

» La seconde image a été obtenue avec une épaisse médaille d'aluminium, simplement posée sur le châssis, en protégeant les contours avec du papier noir. La transparence de l'aluminium pour la lumière noire est telle, qu'on a obtenu l'image de la face supérieure de la médaille en moins de deux heures d'exposition. J'ajouterai qu'il n'y a aucune pression de la médaille sur la plaque sensible, puisqu'elle est séparée de cette dernière par la plaque de verre du châssis.

» La troisième image a été obtenue à travers une lame de cuivre jaune de 8 dixièmes de millimètre d'épaisseur. Ce métal est également très perméable aux rayons noirs. L'image est très nette, mais incomplète, puisqu'elle n'occupe que la partie centrale du négatif. Ces impressions partielles ne sont pas rares dans ce genre d'expériences.

» La quatrième image a été obtenue à travers une lame de tôle. Elle est très pâle, mais cependant assez nette.

» En raison de certaines difficultés techniques, je n'ai pas encore fini de déterminer exactement le degré de transparence relative des divers corps opaques pour les rayons noirs. Je puis indiquer, dès à présent, cependant, que les plus transparents sont l'aluminium et le cuivre. Le fer est moins transparent. Le zinc, l'argent et l'étain le sont très peu. Le papier noir, et surtout le carton recouvert de papier noir, le sont infiniment peu.

» Le papier noir (papier employé pour fermer les boîtes de plaques photographiques) est un des corps qui se laissent le plus difficilement traverser par les rayons noirs, malgré sa très faible épaisseur (2 centièmes de millimètre). Si l'on superpose du papier noir à du carton, ce qui est précisément le procédé d'emballage des glaces photographiques, l'opacité pour les rayons noirs est presque complète, toujours bien entendu pour les durées de pose peu prolongées.

» On remarquera qu'alors que les rayons d'origine cathodique passent très aisément à travers le papier noir, la lumière noire ne les traverse

presque pas. Ce n'est pas là, d'ailleurs, la seule différence séparant les rayons noirs des rayons d'origine cathodique.

» Je rechercherai prochainement dans quelles limites les rayons noirs sont soumis aux lois de la réfraction, et les déviations que peut leur faire subir un champ magnétique; quelques-uns des résultats obtenus me font supposer que la lumière noire se compose de radiations de nature différente. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles propriétés des rayons X.* Note de MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« En présence des diverses hypothèses par lesquelles on a essayé d'expliquer les récentes expériences sur les rayons X, nous nous sommes proposé d'étudier l'action de ces rayons, en dehors et assez loin du tube de Crookes qui les produit, sur des corps électrisés soustraits à la fois à toute action lumineuse et à toute action électrique extérieure.

» Nous avons fait agir les rayons d'un tube de Crookes, qu'actionnait une assez forte bobine, sur les feuilles d'or d'un électroscope Hurmuzescu, éloignées d'environ 20^{cm} du tube, et successivement chargées d'électricité positive et négative.

» Dans cet électroscope, le système conducteur isolé est à l'intérieur d'un cylindre de Faraday, formé par une cage métallique rectangulaire, qui est mise en communication avec le sol, et que ferment deux vitres mobiles dont on peut à volonté changer la nature. L'isolement obtenu par un disque de diélectrine que recouvre le tube de garde permet une conservation parfaite de la charge pendant plusieurs mois.

» C'est en remplaçant successivement, par différentes plaques énumérées plus loin, la vitre en regard du tube de Crookes [1] que nous avons obtenu les résultats suivants :

» Les rayons X déchargent immédiatement et complètement l'électroscope, plus rapidement si la charge est négative que si elle est positive. Cette action se produit au travers de plaques métalliques (aluminium) formant écran parfait, aussi bien au point de vue lumineux qu'au point de vue

[1] Celles qui étaient bonnes conductrices se trouvaient ainsi directement reliées au sol; les autres étaient doublées, du côté des feuilles d'or, par une plaque d'aluminium, de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur, dont nous avions préalablement établi le rôle.

électrique. Elle se produit avec des degrés très différents de rapidité selon la nature et l'épaisseur des corps interposés. Nous avons donc ainsi à notre disposition une méthode nouvelle d'investigation applicable à l'étude de ces rayons et devant permettre d'obtenir sur leur véritable nature des indications importantes.

» Cette méthode permet, en même temps, de réaliser sur ces rayons une expérience de cours, très simple et très démonstrative.

» Voici le résumé de nos premières expériences :

» La plaque à étudier étant mise en place, l'électroscope chargé à 40° de divergence environ, le tube de garde replacé, le tube de Crookes mis en activité, nous avons observé :

» 1° Papier noir (seize feuilles superposées), la chute des feuilles d'or est immédiate, et complète en quelques secondes; elles ne se relèvent pas;

» 2° Plaque de laiton de $\frac{2}{10}$ de millimètre d'épaisseur, aucun changement dans la divergence des feuilles d'or;

» 3° Plaque d'aluminium de $\frac{1}{10}$ de millimètre, chute immédiate, complète en quelques secondes; même résultat avec des plaques d'aluminium atteignant jusqu'à 1^{mm} d'épaisseur et même plus, et le tube de Crookes étant éloigné jusqu'à 30^{cm}; la chute complète des feuilles d'or exige à peine quelques secondes de plus.

» Nous avons soigneusement vérifié la valeur électrique de l'écran métallique formé par la cage et la plaque mises au sol.

» Les corps qui se laissent traverser facilement sont ensuite l'argent en feuilles battues, des feuilles de papier imbibées de dissolutions métalliques, la fibre vulcanisée, la gélatine, le celluloïd, l'ébonite, l'étain, etc.

» Ne se laissent pas traverser, au moins sous les épaisseurs employées : le laiton, le zinc, le verre, la porcelaine dégourdie (3^{mm}), etc.

» Nous ne donnons encore aucun résultat quantitatif, nous proposant de développer l'emploi de notre méthode d'investigation à l'égard des rayons X (1). »

---

(1) Ces recherches ont été effectuées au laboratoire de M. Lippmann, à la Sorbonne, 1er février 1896.

PHYSIQUE. — *Expériences sur les rayons de Röntgen.*
Note de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Lippmann [1].

« 1° L'arc voltaïque produit dans l'air n'émet pas, d'une façon appréciable, de radiations jouissant de la propriété des rayons de Röntgen de traverser les corps opaques.

» Une plaque sensible au gélatino-bromure d'argent, enveloppée dans des substances opaques à la lumière, telles que plusieurs épaisseurs de papier noir, puis exposée aux radiations directes d'un arc de 20 ampères, à la distance de $0^{m},40$, pendant quinze minutes, n'accusa au développement aucune impression sensible, tandis qu'elle décelait, dans les mêmes circonstances, une action très nette des rayons de Röntgen.

» Ce résultat semble démontrer, en outre, que les radiations ultra-violettes du spectre, dont l'arc est riche, ne traversent pas sensiblement les corps opaques.

» 2° Divers milieux colorés sont traversés avec une égale facilité par les rayons de Röntgen. L'expérience a été faite au moyen d'une feuille de zinc formant écran, percée de fenêtres devant lesquelles on disposait respectivement des gélatines colorées qui ne laissaient passer au spectroscope que des portions bien limitées du spectre. L'une des fenêtres était maintenue découverte et une autre était recouverte de gélatine incolore. Après une exposition aux rayons de Röntgen, derrière un écran de papier noir, la plaque photographique accusa au développement une égale impression produite au travers des diverses ouvertures. »

PHYSIQUE. — *Transparence des métaux pour les rayons X.*
Note de M. **V. Chabaud**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai examiné quatorze métaux ou alliages usuels, au point de vue de leur transparence pour les rayons X. Les résultats obtenus sont consignés sur les photographies ci-jointes que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

---

[1] Ces expériences ont été faites au Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

» Les métaux à essayer ont été laminés à l'épaisseur de $0^{mm},2$ et découpés en lamelles rectangulaires ayant 35^{mm} de longueur sur 7^{mm} de largeur, et collées côte à côte et parallèlement sur un même bristol. En outre, une lame témoin en platine, de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur, est superposée au système des lamelles métalliques, qu'elle coupe transversalement.

» La plaque photographique sensible a été protégée contre la lumière par une double épaisseur de papier noir. Le système des lamelles métalliques a été appliqué pendant la pose contre ce papier noir; la durée de la pose a été de 45 minutes, la longueur d'étincelle de la bobine excitatrice de 7 centimètres.

» Les métaux comparés ainsi sont les suivants : *plomb, zinc, cuivre, zinc amalgamé, étain, acier, or, argent, aluminium* et *platine*.

» L'expérience a montré que le platine seul, sous cette épaisseur de $0^{mm},2$, est parfaitement opaque. L'aluminium est, comme on le savait déjà, très transparent.

» Les autres métaux dénommés ci-dessus ont une transparence appréciable.

» Le platine lui-même, sous l'épaisseur de $\frac{1}{100}$ de millimètre, est facilement traversé, car la bande témoin projette sur le cliché une ombre légère. On voit cette ombre traverser celles projetées par les autres métaux, ce qui montre la transparence de ces métaux.

» Le *mercure* mérite une place à part. Ce métal, sous l'épaisseur de $0^{mm},1$, paraît aussi opaque que le platine. Afin d'obtenir une lamelle de mercure de cette épaisseur, j'ai employé une cuve creusée dans du bois de $0^{mm},1$ de profondeur, fermée par une lame de verre mastiqué. Il resterait à voir si, sous une épaisseur de $\frac{1}{100}$ de millimètre, par exemple, le mercure, à son tour, paraîtrait transparent comme le platine. »

ÉLECTRICITÉ. — *De la photographie des objets métalliques à travers des corps opaques, au moyen d'une aigrette d'une bobine d'induction, sans tube de Crookes*. Note de M. **G. Moreau**, présentée par M. Poincaré.

« En répétant les expériences de Röntgen sur la photographie des objets à travers les corps opaques au moyen d'un tube de Crookes, j'ai obtenu à travers une couche de carton de plusieurs millimètres des épreuves nettes de différents objets en métal (clef d'acier, support en cuivre d'une

chambre claire, roue en aluminium). Toutes ces épreuves présentent le relief des objets dû à des ombres dont l'orientation indique que les rayons actifs semblent venir de la partie positive du tube de Crookes et contourner les objets.

» J'ai eu l'idée de substituer au tube de Crookes l'aigrette d'une forte bobine d'induction, actionnée par un courant moyen de 6 ampères. L'aigrette était produite entre une pointe positive et un petit plateau ou une ou plusieurs autres pointes négatives.

» La plaque sensible a été placée avec l'objet à photographier (roue en aluminium de 1^{mm} d'épaisseur) à l'intérieur d'une boîte en carton complètement close. La boîte pouvait être disposée *normalement* ou *parallèlement* à l'effluve et en être séparée par du carton ou une planche en bois de $0^{m},005$ d'épaisseur.

» Une première observation, faite avec cinq aigrettes normales à la boîte, n'a rien donné de sensible.

» Six autres photographies ont été faites avec une aigrette parallèle, et ont donné des épreuves négatives absolument nettes et très intenses.

» Toutes ces épreuves présentent un maximum d'action à la hauteur de l'aigrette. Elles indiquent ainsi que, comme dans le tube de Crookes, les rayons actifs viennent de la région positive du système oscillatoire.

» Les deux photographies, faites à travers bois, m'indiquent une absorption notable des rayons et une réfraction sensible que je n'ai pu mesurer exactement jusqu'alors.

» La durée de pose a varié entre une demi-heure et une heure, et j'espère pouvoir la réduire prochainement : l'intensité des épreuves indiquent la possibilité de la chose.

» J'ai essayé également de photographier avec une aigrette de machine électrostatique les objets précédents. Je n'ai rien obtenu jusqu'ici. »

CHIMIE. — *Sur les fluorures d'acides*. Note de MM. **Meslans** et **F. Girardet**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les fluorures d'acides sont très peu connus : l'un de nous [1] a décrit, dans une précédente Communication, plusieurs procédés de préparation de ces corps, qui lui ont permis d'obtenir le premier type de cette fonction dans la série grasse, le fluorure d'acétyle. Nous nous sommes proposé de généraliser ces procédés, et d'en étendre l'emploi non seule-

---

(1) M. Meslans, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1030.

ment à la formation des autres corps analogues de la série grasse, mais aussi à la préparation de ces mêmes composés dans la série aromatique. Nous avons pu préparer aisément ainsi plusieurs fluorures d'acides des deux séries; nous présenterons seulement aujourd'hui les résultats de nos recherches pour deux d'entre eux, le fluorure de propionyle et le fluorure de benzoïle. Le procédé qui nous a fourni les meilleurs rendements consiste à faire réagir le chlorure d'acide correspondant sur le fluorure de zinc anhydre. Dans la plupart des cas, la réaction a lieu sans le secours de la chaleur, et la quantité de fluorure obtenu est voisine du chiffre théorique.

» *Fluorure de propionyle :* $CH^3 - CH^2 - COFl$. — Le chlorure de propionyle réagit avec facilité sur les fluorures d'arsenic, d'antimoine, de zinc, plus difficilement sur le fluorure d'argent.

» Le fluorure d'antimoine et surtout le fluorure de zinc permettent d'obtenir très aisément le fluorure de propionyle par cette réaction.

» *Préparation.* — On fait agir dans un ballon de verre 150^{gr} de chlorure de propionyle sur 125^{gr} de fluorure de zinc sec; la réaction commence à froid, la masse s'échauffe et il est bon de refroidir le ballon au début, le fluorure de propionyle étant très volatil. Comme l'on a employé un léger excès de fluorure de zinc, tout le chlorure de propionyle est transformé en fluorure d'acide, d'après la réaction suivante

$$2CH^3 - CH^2 - COCl + ZnFl^2 = 2CH^3 - CH^2 - COFl + ZnCl^2.$$

» Il suffit de distiller au bain-marie pour séparer le fluorure de propionyle, qu'on conserve dans un flacon métallique.

» Le fluorure de propionyle est un liquide incolore très fluide, qui bout à 44°. Sa densité à 15° est 0,972. Il est presque impossible de conserver ce liquide dans le verre, qui est rapidement attaqué.

» L'action de l'eau, qui est presque immédiate avec le chlorure de propionyle, n'est que très lente sur le fluorure, à froid. Quelques centimètres cubes de ce dernier enfermés dans un tube avec quatre fois leur volume d'eau ne sont pas entièrement détruits après une demi-heure de contact.

» Ainsi le fluorure de propionyle ne fume pas à l'air. A chaud, la réaction est plus rapide. Il se forme de l'acide fluorhydrique et de l'acide propionique, conformément à la réaction suivante :

$$C^2H^5COFl + H^2O = HFl + C^2H^5CO^2H.$$

» Avec les solutions alcalines, la décomposition du fluorure de propionyle est très rapide. On obtient un mélange de fluorure et de propionate alcalin.

» Le fluorure de propionyle réagit lentement sur les alcools pour donner l'éther propionique et de l'acide fluorhydrique.

» Le gaz ammoniac transforme immédiatement le fluorure de propionyle en un mélange de fluorure d'ammonium et de propionamide

$$C^2H^5COFl + 2AzH^3 = C^2H^5COAzH^2 + AzH^4Fl.$$

» Nous avons séparé, de ce mélange, la propionamide par l'éther, et nous l'avons caractérisée par ses constantes physiques.

» *Analyse.* — Nous avons utilisé la réaction des solutions alcalines sur le fluorure de propionyle pour caractériser ce corps en titrant l'acidité totale développée par la décomposition d'un poids connu en acide fluorhydrique et acide propionique, d'après la réaction indiquée plus haut.

» Le fluorure était pesé dans un petit tube bouché (1^{gr} environ). Ce tube était placé ensuite dans un flacon renfermant 50^{cc} de liqueur titrée de potasse; après disparition du fluorure, la liqueur alcaline, partiellement neutralisée par les acides fluorhydrique et propionique, était soumise à un nouveau titrage, en présence de phtaléine du phénol. Par différence, on obtenait l'acidité totale développée par la décomposition du fluorure de propionyle. Cette acidité, évaluée en SO^4H^2, nous a fourni des chiffres voisins des nombres calculés d'après l'équation

$$C^2H^5COFl + 2KOH = C^2H^5CO^2K + KFl.$$

	Acidité totale exprimée en SO^4H^2	
Poids de matière.	trouvée.	calculée.
0,627	0,810	0,818

» En effectuant ce même titrage sur une autre portion de la liqueur, mais en employant comme indicateur l'hélianthine, nous avons obtenu un chiffre correspondant à l'acide fluorhydrique seul. Nous avons trouvé, en SO^4H^2 pour l'acidité de HFl, un nombre sensiblement égal, et le demi du précédent.

	Titrage à l'hélianthine.	
	Acidité en SO^4H^2.	HFl.
Trouvé..................	0,395	0,161
Calculé.................	0,409	0,164

» *Dosage du fluor.* — Le fluor a été dosé à l'état de fluorure de calcium en enfermant dans un flacon bouché un petit tube contenant un poids connu de fluorure de propionyle, avec une solution d'acétate de calcium. Le liquide et le précipité de $CaFl^2$ formé réunis dans une capsule de platine, on a évaporé à sec et calciné, puis repris par l'acide acétique, évaporé au bain-marie à sec. Repris par l'eau bouillante, le fluorure de calcium ainsi purifié a été recueilli sur filtre, séché, calciné et pesé. Nous avons trouvé ainsi :

Poids de matière..... $0^{gr},756$ $CuFl^2 = 0,381$ d'où $Fl = 0,1855$

soit pour 100

$$Fl = 24,48 \text{ (théorie} = 25,00\text{)}.$$

» La densité de vapeur du fluorure de benzoïle déterminée à 100° par la méthode de Meyer nous a donné le chiffre 2,7 voisin du chiffre théorique 2,63 (le verre présente une légère attaque).

Poids de matière	$0^{gr},142$
Volume	$42^{cc},5$

$t = 15°$, $H = 758^{mm}$.

Fluorure de benzoïle C^6H^5COFl. — Le chlorure de benzoïle réagit à froid sur le fluorure de zinc; il se forme du chlorure de zinc et du fluorure de benzoïle

$$2C^6H^5COCl + ZnFl^2 = 2C^6H^5COFl + ZnCl^2.$$

» En opérant avec 50^{gr} de chlorure de benzoïle et 30^{gr} de fluorure de zinc sec et pulvérulent, c'est-à-dire avec un léger excès de fluorure métallique, on obtient d'excellents rendements en fluorure d'acide. En soumettant le mélange à la distillation, le fluorure de benzoïle passe tout entier entre 154° et 155°.

» Le fluorure de benzoïle a été décrit par M. Guenez ([1]); nous avons pu identifier le corps que nous a fourni la réaction indiquée plus haut, avec le fluorure obtenu par M. Guenez.

» Le fluorure de benzoïle bout à 154°.

» Il possède une odeur extrêmement irritante et provoque le larmoiement.

» L'eau n'agit que très lentement sur ce corps, même à la température de l'ébullition; elle se décompose néanmoins en donnant de l'acide fluorhydrique et de l'acide benzoïque.

» Les alcalis dissous le décomposent avec plus de facilité :

$$C^6H^5COFl + 2KOH = C^6H^5CO^2K + KFl.$$

» Le gaz ammoniac ou sa dissolution transforme immédiatement le fluorure de benzoïle en fluorhydrate d'ammoniaque et benzamide. Ce dernier corps a été séparé et caractérisé par son point de fusion, 125°.

» *Conclusions.* — Les fluorures d'acides s'obtiennent aisément, et avec des rendements presque théoriques par l'action des chlorures d'acides sur le fluorure de zinc : ces corps attaquent rapidement le verre en présence de traces d'eau; ils offrent, en présence de ce dernier corps, une stabilité plus grande que les chlorures, aussi ne fument-ils pas à l'air, en réagissant lentement sur les alcools pour donner des éthers, et rapidement sur l'ammoniac pour fournir les amides correspondantes ([2]). »

([1]) *Comptes rendus*, 1892.

([2]) Travail fait à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.

CHIMIE. — *Mode de préparation des fluorures d'acides.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« On ne peut songer à utiliser les fluorures de phosphore pour préparer les fluorures d'acides ; au contraire, cette préparation se fait aisément par la méthode que j'ai indiquée pour obtenir les chlorures et bromures d'acides (*Comptes rendus*, décembre 1895, p. 1155).

» Je rappelle que cette méthode consiste à traiter un acide organique par un hydracide en présence d'un corps suffisamment avide d'eau, un nitrile par exemple ; on obtient simultanément un monochlorhydrate ou un bromhydrate d'amide.

» *Fluorure d'acétyle.* — Pour la préparation des fluorures, on peut éviter l'emploi du nitrile et simplement saturer d'acide fluorhydrique sec l'anhydride de l'acide dont on veut former le fluorure : l'anhydride agit comme déshydratant. Avec l'anhydride acétique on obtient

$$(C^2H^3O)^2O + HF = C^2H^3OF + C^2H^3O.OH.$$

» Il faut refroidir énergiquement parce que la réaction dégage une énorme quantité de chaleur.

» L'attaque se fait dans un vase métallique fermé par un bouchon de liège paraffiné, on laisse une nuit dans un mélange réfrigérant, on ajoute du fluorure de sodium pour retenir l'acide fluorhydrique libre et on distille : le rendement est théorique.

» Le corps obtenu rappelle par son odeur le chlorure d'acétyle ; il bout à 20°,8 sous une pression mercurielle de 770^{mm}. Sa densité liquide est 1,0369 à 0°.

» M. Meslans, qui a fort bien étudié ce corps après l'avoir obtenu par l'action du chlorure d'acétyle sur le fluorure de zinc, a signalé sa solubilité et sa lente décomposition par l'eau. Quand on active la décomposition en ajoutant à l'eau un peu d'alcali, la chaleur dégagée par la réaction provoque la volatilisation d'une partie du produit ; d'où la nécessité d'opérer en vase clos pour faire l'analyse du fluorure d'acétyle.

» *Fluorure de propionyle.* — J'ai préparé de la même façon le fluorure de propionyle

$$(C^3H^5O)^2O + HF = C^3H^5OF + C^3H^5O.OH.$$

C'est un liquide bouillant à 43°,5 sous la pression 765 ; il attaque lente-

ment le verre; il est peu soluble dans l'eau et lentement décomposable par ce liquide, mais vivement par les alcalis. Plus léger que l'eau, sa densité liquide est, vers 10°, 0,974; sa densité de vapeur est normale.

» *Modification de la méthode.* — Au lieu de faire la préparation, toujours pénible, de l'anhydride fluorhydrique, on peut se servir du fluorhydrate de fluorure de sodium NaFHF, sur lequel on verse un mélange d'anhydride acétique et d'acide sulfurique ordinaire. On refroidit et l'on distille après avoir laissé plusieurs heures en contact.

» *Points de fusion.* — Les déterminations précédentes montrent que la différence entre la densité d'un chlorure d'acide et celle du fluorure correspondant est constante :

Chlorure d'acétyle.....	1,130	Fluorure d'acétyle.....	1,037	Différence. 0,093
Chlorure de propionyle.	1,064	Fluorure de propionyle.	0,974	Différence. 0,090

On trouverait un résultat analogue en comparant les fluorures aux acides dont ils dérivent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un hydrure de lithium.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Troost.

« J'ai indiqué [1] que, pour obtenir le sous-chlorure de lithium, il suffisait de fondre le chlorure avec un peu plus que son poids équivalent de lithium, dans un creuset de nickel au rouge sombre, et que l'excès de lithium reste à la surface du sous-chlorure fondu.

» Voulant obtenir ce composé exempt d'azote, j'ai chauffé ce mélange dans un tube de porcelaine et dans un courant lent d'hydrogène pur, en chauffant au rouge vif; dans ces conditions, j'ai constaté que l'excès de métal se dissolvait dans le chlorure. En examinant attentivement les conditions de cette expérience, on peut remarquer qu'à un moment donné l'hydrogène est absorbé dans le tube, et j'ai reconnu que cette absorption était due à la formation d'un hydrure de lithium.

» Pour le prouver, j'ai placé dans un tube de verre très peu fusible une nacelle en fer contenant environ 1gr de lithium, et j'ai chauffé le métal dans une atmosphère d'hydrogène pur et sec; un peu avant le rouge, l'absorption de l'hydrogène commence, le lithium dissout alors dix-sept fois son volume d'hydrogène sans changer d'apparence,

(1) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 945.

comme l'ont montré MM. Troost et Hautefeuille [1] ; puis, vers le rouge sombre, l'absorption se produit de nouveau, mais le volume absorbé n'est pas considérable. Si l'on maintient la température sensiblement constante jusqu'à ce que l'absorption de l'hydrogène ne se produise plus, on constate après refroidissement que le lithium est recouvert par une mince couche blanche, ressemblant à de la lithine fondue, difficile à détacher du lithium et qui fait effervescence avec l'eau : c'est de l'hydrure de lithium.

» Après divers essais, j'ai reconnu à mon grand étonnement, qu'il suffisait, pour obtenir ce composé pur, de chauffer beaucoup plus fortement le lithium dans un courant d'hydrogène. Au rouge vif, la combinaison se fait avec incandescence, et le lithium, si le courant d'hydrogène est rapide, brûle avec flamme dans le tube, la vapeur de lithium se combinant à l'hydrogène pour donner naissance à un hydrure dont la tension de vapeur est moins forte et qui se dépose sous forme de poudre blanche sur les parois du tube. L'absorption terminée, la nacelle en fer renferme un produit blanc, fondu, très dur, ressemblant à de la lithine : il ne reste plus trace de lithium métallique. On peut enlever ce composé au ciseau assez facilement, car il n'est pas déliquescent et ne s'altère que très lentement à l'air.

» Pour l'analyser, j'ai opéré de la manière suivante. Un poids connu de l'hydrure est traité par l'eau ; on mesure le volume d'hydrogène dégagé et l'on titre la lithine restante avec une solution d'acide sulfurique décime; on en déduit le lithium correspondant et le volume d'hydrogène qu'il a dégagé dans son action sur l'eau et, par différence, l'hydrogène combiné au lithium.

» En attribuant à l'hydrure la formule LiH le rapport de l'hydrogène total à l'hydrogène dégagé par le lithium doit être égal à 2. J'ai trouvé, dans 4 analyses faites sur deux produits de préparation différente, les nombres suivants :

$$\frac{V_H \text{ total}}{V_H \text{ dégagé par Li}} = 1{,}94, \quad 1{,}96, \quad 1{,}96, \quad 1{,}84.$$

» Il est difficile d'obtenir beaucoup plus de précision à cause des faibles poids de matière qu'on peut employer pour l'analyse.

» Voici, à titre d'exemple, les nombres trouvés pour l'une de ces analyses :

$$p = 0^{gr},0067.$$

Volume de H ramené à 0 et 760.	$18^c,13$	d'où	H = 0,00080	pour 100	11,94
Volume de SO^4H^2 titré $\frac{1}{10}$......	$8^c,3$	»	Li = 0,00581	»	86,72
			LiH = 0,00661	»	98,66

La théorie exige pour LiH...... Li = 87,50
» ...... H = 12,50

[1] *Comptes rendus*, p. 807; 1874.

» De ces expériences on peut déduire que l'on a affaire à un composé bien défini de formule LiH.

» L'hydrure de lithium semble exister en vapeur à la température de ramollissement du verre en présence d'un excès d'hydrogène; peut-être pourrons-nous en prendre la densité de vapeur dans un appareil de Meyer en porcelaine.

» Chauffé dans un courant d'azote, l'hydrure est décomposé avec formation d'azoture; dans un courant d'air, il brûle en donnant de la lithine.

» L'hydrure est décomposé par l'eau

$$LiH + H^2O = LiOH + H^2.$$

» C'est la substance qui, sous le poids minimum, dégage, au contact de l'eau, le poids maximum d'hydrogène. 1^{kg} d'hydrure de lithium dégage, dans ces conditions 250^{gr} d'hydrogène, ce qui fait 2780^{lit}.

» Si l'industrie arrive à préparer le lithium à bon marché, à cause de sa facile préparation et de sa stabilité, cet hydrure pourra être employé comme source d'hydrogène facilement transportable.

» La stabilité de l'hydrure de lithium au rouge, sa composition, son aspect et ses propriétés, très différentes de celles des hydrures de potassium et de sodium si bien étudiés par MM. Troost et Hautefeuille, montrent une nouvelle différence entre les propriétés du lithium et celles des autres métaux alcalins ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *La réaction négative et le centre de la rétine.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

» Dans mes premières Communications sur la réaction négative, j'avais été amené, d'une façon tout à fait indirecte, à affirmer que la bande noire se propageait sur la rétine à partir du point excité, en cheminant avec une certaine vitesse que j'avais pu calculer; je me basais sur la production de certaines cannelures dans l'image persistante d'un petit objet lumineux en mouvement, et surtout sur les variations de ces cannelures suivant la vitesse de l'objet et sa distance à l'œil. J'ai cherché depuis à retrouver, par l'observation directe, cette zone noire en déplacement. Rien ne me paraît aujourd'hui plus facile; cependant, c'est seulement après avoir imaginé bien des dispositifs infructueux, que j'ai pu réaliser cette observation.

([1]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

» Si l'on reprend le dispositif décrit dans mes dernières Communications (13 et 20 janvier), et qu'on fasse tourner au devant d'un champ lumineux uniforme un disque noir et opaque percé d'une petite fenêtre en secteur, voici ce qu'on observe dans certaines conditions de l'expérience, et ce qu'on retrouve facilement dans tous les autres cas, une fois que l'attention a été appelée sur ce point. Je suppose que l'on tienne l'œil fixé sur le centre du disque : on voit l'objet entraîner avec lui une zone de lumière diffuse assez faible et plus ou moins étendue, sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir; dans cette zone, formant avec elle un contraste frappant, se dessinent deux traînées noires, plus noires que le fond, l'une rejoignant le centre du disque dans la direction du rayon, l'autre affectant un trajet, c'est-à-dire émanant de l'objet en s'éloignant du centre de rotation. La première est donc une bande centripète, la seconde une bande centrifuge.

» La traînée noire centrifuge se recourbe en distance, en affectant la forme d'une queue de comète à convexité tournée dans le sens du mouvement. La traînée centripète ne montre pas, au premier abord, de courbure bien distincte; elle semble cependant être légèrement concave en avant. Le moment d'apparition de ces deux traînées paraît être le même que celui de la bande noire antérieure à l'objet; leur durée, représentée par leur largeur apparente, coïncide également avec celle de la réaction négative. Elles représentent donc, tout va nous le prouver, cette réaction négative elle-même, propagée à distance dans une direction définie et avec une certaine vitesse. La direction des traînées noires change dès qu'on déplace le regard; mais elle reste constamment celle du rayon passant par le point de fixation; en d'autres termes, passant par le centre physiologique de la rétine, par la tache jaune. Quel que soit le trajet suivi par l'objet lumineux, et quelle que soit la position du regard (pourvu qu'elle ne soit pas trop éloignée de l'objet), on voit à chaque instant une bande noire constante joindre l'objet au point du regard, tandis qu'une autre bande noire s'éloigne de l'objet dans le sens exactement opposé; le phénomène est d'autant plus distinct que l'objet est plus près du point fixé, ce qui fait que la bande noire centrifuge est ordinairement moins marquée que l'autre. Elles changent évidemment de direction à chaque instant, en restant orientées suivant une ligne passant par le point de fixation.

» Ces deux bandes, l'une centrifuge, l'autre centripète, s'éloignent de l'objet avec une certaine vitesse; de là leur forme courbée et le sens particulier de leur courbure. Elles se raccordent l'une avec l'autre à leur départ de l'objet, sous un certain angle; de cet angle, il serait facile de déduire la vitesse de propagation, si l'on pouvait le mesurer exactement; cela est très difficile, car il faut, en quelque sorte, le prendre au vol et surtout sans le suivre du regard. Une fois qu'on l'a estimé, on part de cette considération que la direction *initiale* de chaque bande est celle de la résultante de deux vitesses, la vitesse de propagation de la réaction négative et la vitesse tangentielle de l'objet en mouvement (les deux étant rapportées à leurs images rétiniennes). Sans donner de chiffres, on peut dire que l'ordre de grandeur de la vitesse de propagation ainsi calculée est le même que celui qui résultait de mes premières expériences sur les cannelures, rapportées plus haut (j'avais trouvé environ 70^{mm} par seconde sur la rétine).

» On voit aussi bien la bande noire centripète se montrer *en avant* de l'objet lumineux si l'on place le regard sur le trajet de ce dernier en l'attendant au passage.

C'est le cas que je réalisais, en général, distinctement dans mon expérience des cannelures.

» Si l'on prend un objet large, par exemple de 30°, 40°, 50°, les traînées noires se montrent seulement au début, et au moment de la production de la bande noire initiale.

» L'objet lumineux n'a même pas besoin d'être en mouvement pour que le phénomène de propagation se manifeste. Si l'on produit *en un même point* de courtes excitations lumineuses, et qu'on fixe à côté, on peut remarquer à chaque fois une bande noire relier l'objet au point du regard ; mais on la perçoit moins facilement, parce qu'elle est plus ou moins masquée par les impressions antérieures et consécutives qui se superposent au même endroit.

» Précisons, à titre d'exemple, les conditions moyennes d'une expérience. Champ lumineux uniforme déjà défini, bec Auer faible à 45^{cm}. Disque rotatif de 40^{cm} de diamètre, faisant un tour et demi à deux tours par seconde. Objet lumineux, fenêtre de $0^{cm},5$ à 1^{cm} de hauteur, découpée à 8^{cm} du centre sur un secteur de 5 à 10°. L'œil est à 1^{m} ou davantage. Je le répète, les conditions d'éclairage, de vitesse, de grandeur de l'objet et de distance de l'œil peuvent être très variées ; j'indique seulement un type moyen.

» Chaque traînée noire est bordée en avant et en arrière par deux bandes plus lumineuses que le reste de la zone diffuse ambiante. Je n'ai pas pu reconnaître si d'autres bandes noires suivaient la première. Celle-ci est certainement la partie la plus frappante du phénomène, mais, tout en lui donnant à cause de cela le nom de *réaction négative*, on ne peut méconnaître son caractère oscillatoire, la réaction propagée étant alternativement positive et négative.

» En résumé, nous voyons que la réaction oscillatoire qui se produit au début d'une excitation lumineuse ne se propage pas uniformément à toute l'étendue de la rétine, mais qu'elle est en quelque sorte *polarisée*, orientée par rapport à la tache jaune, et qu'elle suit la direction du *rayon physiologique de la rétine*, de la ligne reliant au centre physiologique le point excité. C'est donc, par le fait, une *nouvelle fonction de la tache jaune*, fouction tout à fait imprévue, que nous signalons ici. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le système nerveux embryonnaire des Nauplius et de quelques larves d'animaux marins*. Note de M. **Nicolas de Zograf**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le Dr Antoine Dohrn (*Monographie des Pantopodes ;* 1881) a émis l'opinion que les Nauplius des Crustacés peuvent être considérés comme

homologues des larves des trochosphères des Vers annelés. Dans mon Rapport au IIe Congrès international de Zoologie sur l'origine et les affinités des Arthropodes, j'ai démontré que, pour confirmer cette hypothèse, d'où résulterait que les Crustacés descendent eux-mêmes d'êtres trochosphériformes, il faut prouver ou bien l'homologie des appendices des Nauplius et de ceux de certains Rotateurs, ou bien l'existence, soit des restes d'une ceinture vibratile, soit d'un anneau de cellules nerveuses sous-jacent à cette ceinture, ou bien celle des deux néphridies céphaliques qu'on trouve chez les Rotateurs. Comme les Rotateurs pourvus d'appendices pairs sont rares et la recherche des néphridies sur les Nauplius très difficile, j'ai recherché les traces de l'anneau nerveux sous-jacent à l'anneau de cils vibratiles de la trochosphère. Cet anneau nerveux, selon les belles recherches de Kleinenberg sur les *Lopadorhynchus*, consiste en une masse de fibres nerveuses sur laquelle se trouvent appliquées des cellules nerveuses liées entre elles par les fibres de l'anneau. Outre cet anneau, Kleinenberg décrit, chez les larves très jeunes, des groupes de cellules nerveuses, ainsi que des cellules isolées, qu'il désigne sous le nom de *cellules automatiques*. Il faudrait trouver chez les Nauplius des dispositions analogues, outre le système nerveux définitif, pour asseoir sur des bases plus solides l'opinion du professeur Dohrn.

» Dans ce but, je me suis d'abord adressé aux Entomostracés d'eau douce, et j'ai cherché à y déceler le système nerveux par la méthode de coloration physiologique au bleu de méthylène dite *méthode d'Ehrlich*. Malheureusement, les animaux adultes, aussi bien que les Nauplius, mouraient avant d'être colorés, parce que le réactif contenait de l'arsenic et du zinc et était dissous dans l'eau distillée au lieu de celle dans laquelle habitait l'animal. J'ai cependant obtenu, avec les Cladocères d'eau douce, notamment la *Daphnia magna*, des préparations où les cellules ganglionnaires des antennules et les fibres unissant ces cellules aux poils sensitifs étaient vivement colorées d'un beau bleu foncé chez l'animal encore vivant. Au mois d'août de l'année 1895, j'ai pu expérimenter sur des espèces marines, au Laboratoire maritime de Tatihou, appartenant au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, et j'ai obtenu un succès plus décisif grâce aux matériaux abondants et variés, ainsi qu'à l'installation matérielle suffisante pour satisfaire le plus exigeant expérimentateur, que le prof. Edmond Perrier, directeur du Laboratoire, et son aide, M. Malard-Duméril, ont mis à ma disposition. Pour déterminer la valeur de la méthode, j'ai d'abord choisi, pour sujet de ces expériences, d'un côté les Copépodes adultes, dont le système nerveux est connu assez exactement, de l'autre quelques larves d'Annélides, principalement celle de *Polygordius* et de diverses espèces de *Phyllodoce*, si abondantes aux environs de Tatihou; j'ai préparé des solutions saturées de bleu de méthylène dans l'eau de mer, et j'ai ajouté des quantités plus ou moins considérables de ces solutions à l'eau habitée par ces petits animaux. Déjà, après deux heures et demie à trois heures et demie,

quelques-uns d'entre eux se coloraient d'un bleu plus ou moins intense, les larves d'Annélides mieux que les Crustacés; parmi ces derniers, certaines espèces comme, par exemple, une espèce d'*Ichthyophorba*, se coloraient très aisément, tandis que d'autres Copépodes, tels que les Pontelles, ne se coloraient que très rarement. Le système périphérique et surtout les nerfs sensitifs des organes des sens, dans les grandes antennes, se coloraient d'une manière vraiment magnifique.

» Après m'être convaincu que l'immersion des Crustacés adultes vivants dans une solution de bleu de méthylène donne des résultats positifs, j'ai appliqué cette méthode de coloration aux larves et aux embryons. Les tissus nerveux des embryons des vertébrés ne se composent que des rudiments encore inactifs et indifférents à l'action du bleu de méthylène du système nerveux des adultes, tandis que les larves d'Annélides et de Crustacés ont des tissus nerveux temporaires qui leur sont propres et sont en pleine activité, bien avant les rudiments du système nerveux de l'adulte (*Lopadorhynchus*, Kleinenberg), il y avait lieu d'espérer que ces tissus nerveux transitoires se prêteraient à la réaction d'Ehrlich. L'expérience a confirmé cette prévision. Tandis que chez les larves des Phyllodocées, qui avaient déjà environ quarante segments, les ganglions céphaliques et ceux de la chaîne ventrale ne se coloraient pas par le bleu de méthylène, les anneaux sous-protrochiens et les anneaux sous-vibratiles du dernier segment, ainsi que quelques groupes isolés des cellules du segment céphalique, donnaient une réaction des plus parfaites. La coloration a été surtout réussie sur une très jeune larve de *Polygordius*, qui n'avait encore que la protroque bien développée. Les véligers des Mollusques (*Trochus cinereus*) se comportaient aussi parfaitement bien avec le réactif d'Ehrlich.

» Après ces expériences préliminaires, j'ai passé à l'étude des *Nauplius*. J'avais à ma disposition quantité de *Nauplius*, d'*Ichthyophorba*, de *Calanus*, peut-être de *Cetochilus*, et de *Pontella*, ainsi que de beaucoup d'autres Copépodes; malheureusement, en raison de mon arrivée tardive (août) à Saint-Vaast, je n'ai pu observer que quelques *Nauplius* de Cirripèdes (*Balanus balanoïdes* et *Sacculina*?). Ce sont les *Nauplius* des Ichthyophorbes et d'un Copépode indéterminé dessiné par Claus, dans sa Monographie des Copépodes libres, qui m'ont donné les résultats les plus satisfaisants. Chez ces Nauplius, j'ai trouvé, sur les bords de la carapace, deux rangs de cellules séparées; ces rangs se touchaient presque au bord postérieur du scutum de la larve, puis, en suivant les bords latéraux, ils s'écartaient de plus en plus jusqu'au milieu du corps pour se rapprocher de nouveau près du bord antérieur, au-dessus de la base des appendices antérieurs; ici ils se courbaient sur la face ventrale du corps et suivaient les bords de l'immense lèvre supérieure du Nauplius, pour se confondre au milieu du bord postérieur de cet organe. Si l'on considère la carapace dorsale du Nauplius et sa lèvre supérieure comme une seule plaque pliée en deux et couvrant la partie antérieure du corps, les deux rangées de cellules rap-

prochées en arrière et confondues à l'extrémité antérieure de cette plaque dirigée, à cause de la courbure, en arrière, forment un anneau presque complètement clos.

» Le nombre des cellules varie avec les espèces et les genres des animaux, et aussi, mais très légèrement, avec les individus d'une même espèce. Les variations selon les espèces sont quelquefois très prononcées. Ainsi, j'ai compté, chez les Nauplius d'Ichthyophorbe, 5 à 6 cellules de chaque côté sur la surface dorsale et 3 à 4 sur la lèvre supérieure, en tout 16 à 20 cellules, tandis que chez le Nauplius de Copépode marin indéterminé de Claus, on trouve 7 à 8 cellules sur la carapace dorsale, et 4 à 5 sur la lèvre supérieure, en tout 22 à 26 cellules. Comme la réaction par le bleu de méthylène est passagère et disparaît très vite en présence d'air, je n'ai pu que rarement étudier ces cellules avec de forts grossissements; j'ai constaté néanmoins qu'elles se trouvent immédiatement entre l'hypoderme chitinogène et les muscles, c'est-à-dire à la même place que les cellules de l'anneau sous-vibratile des Trochophores. Si des recherches plus minutieuses démontrent que ces cellules sont bien des cellules du système nerveux embryonnaire, l'hypothèse de Dohrn aura une base plus solidement assise. Le bleu de méthylène colore, comme on sait, outre les tissus nerveux, plusieurs autre organes et tissus, mais c'étaient toujours les organes nerveux qui se coloraient d'abord; immédiatement après se coloraient les cellules hépatopancréatiques de l'intestin, puis les granulations fines des divers tissus, ensuite les muscles; enfin, l'animal prenait une couleur bleue, diffuse et mourait. Comme la méthode d'Ehrlich est assez infidèle, j'ai voulu contrôler les résultats de mes recherches par d'autres procédés et j'ai pu observer les mêmes cellules sur quelques préparations fixées par l'acide chromo-nitrique de Perenyi et colorées par le picro-carmin, ou sur les animaux tués par l'acide osmique et colorés par le tannin.

» J'ai pu observer bien des fois l'anneau sous-vibratile chez les véligers des Mollusques et constater ainsi la parenté de ces larves avec les trochosphères des Annélides. Le bleu de méthylène colore les cellules d'épithèle des *Obelia* et de quelques autres hydroméduses de la même manière que les cellules nerveuses. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Ophidien des terrains crétaciques du Portugal.* Note de M. **H.-E. Sauvage**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Parmi les ossements de Reptiles recueillis dans les terrains crétaciques du Portugal, ossements que MM. Delgado et Choffat ont bien voulu soumettre à notre examen, se trouve une vertèbre que l'on doit rapporter à un Ophidien voisin de celui que nous avons fait connaître en 1880 sous le

nom de *Symoliophis Rochebruni* ([1]). Cette vertèbre diffère toutefois trop de celles de l'Ophidien de l'île d'Aix pour que nous ne la regardions pas comme indiquant une espèce distincte (*S. Delgadoi*, Svg.); elle est haute de 15^{mm}, plus courte et plus grêle que celle du *S. Rochebruni;* le centrum, de forme quadrangulaire, a la face inférieure aplatie; les zygapophyses sont courtes, à petites facettes articulaires triangulaires, le zygosphène est saillant, avec les facettes dirigées en bas; les diapophyses occupent la plus grande partie de la hauteur du centrum.

» La découverte du genre *Symoliophis* a fait remonter loin dans la série des temps géologiques l'apparition du type Ophidien, dont les représentants les plus anciens avaient été signalés dans les terrains tertiaires inférieurs. Le *S. Rochebruni* a été trouvé dans le Grès vert supérieur de l'île d'Aix et dans le terrain cénomanien des environs d'Angoulême; il nous a semblé de quelque intérêt d'indiquer, dans les couches bellasiennes à *Ostrea pseudo-africana* de Figueira près Alto do Pendão, une seconde espèce du genre *Symoliophis* que l'on peut provisoirement rapprocher des Typhlopiens. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches physiologiques sur la respiration des Poissons* (Ammodytes tobianus) ([2]). Note de M. **J.-B. Pieri**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La respiration des Poissons a été étudiée, dans des conditions variées, sur un Anacanthini, l'*Ammodytes tobianus* (l'Équille), poisson osseux n'ayant pas de vessie natatoire et dont les branchies en peigne, libres, sont normales, c'est-à-dire placées dans de grandes cavités branchiales communiquant à l'extérieur par de larges fentes. Voici quelques résultats déjà obtenus.

» *a. Respiration dans une eau confinée plus ou moins aérée.* — 1° L'*Ammodytes tobianus* épuise complètement l'oxygène dissous dans une eau peu riche en oxygène (air).

» 2° Il n'épuise pas l'oxygène de l'eau riche en oxygène.

» 3° L'asphyxie n'est jamais instantanée, même lorsque l'*Ammodytes*

([1]) *Comptes rendus*, 8 octobre 1880.

([2]) Ces recherches ont été faites au laboratoire maritime de Roscoff.

se trouve dans un milieu asphyxique, où d'autres animaux sont morts asphyxiés; il épuise alors l'oxygène restant libre.

» 4° Dans une eau confinée, où l'oxygène ne se renouvelle pas, l'*Ammodytes* présente le phénomène de la résistance à l'asphyxie bien connu chez les végétaux et déjà signalé par l'auteur, chez les Lamellibranches; en un mot, il y a production d'alcool.

» *Expériences.* — L'*Ammodytes tobianus* est placé dans l'eau de mer bouillie refroidie en une heure, mélangée à l'eau de mer ordinaire aérée, dans différentes proportions et remplissant un flacon hermétiquement bouché.

» L'air se dissout dans l'eau de mer dans la proportion de 32 pour 100 d'oxygène, ce qui donne environ 9^{cc} d'oxygène par litre d'eau (Morren, Lewy).

» On diminue successivement de moitié la teneur en oxygène de la solution employée, en l'étendant de son volume d'eau de mer bouillie :

			Oxygène de l'air dissous.
La première solution	est de l'eau de mer ordinaire	renfermant...	32 pour 100
» deuxième	»	» ...	16 »
» troisième	»	» ...	8 »
» quatrième	»	» ...	4 »
» cinquième	»	» ...	2 »
» sixième	»	» ...	1 »

» *Résultats.* — 1° L'oxygène est complètement épuisé dans les sixième, cinquième et quatrième solutions, comme le prouve l'analyse chimique par l'hydrosulfite de sodium (méthode de MM. Schützenberger, Gérardin, Risler); en outre, un deuxième *Ammodytes*, placé dans ces solutions déjà épuisées par un premier, y vit à peine dix minutes, c'est-à-dire autant que dans l'eau bouillie complètement privée d'oxygène.

» L'oxygène n'est pas épuisé dans les première, deuxième et troisième solutions, comme le prouve l'analyse chimique; en outre, un deuxième *Ammodytes*, placé dans ces solutions déjà appauvries par un premier, y vit de vingt-cinq minutes à une heure et épuise complètement l'oxygène restant.

» 3° En aucun cas, même dans l'eau bouillie et privée d'oxygène, l'asphyxie *n'étant instantanée*, cela prouve que l'*Ammodytes* épuise les dernières traces d'oxygène restant et échappant à l'analyse chimique, et même qu'il utilise l'oxygène dissous dans le sang; en un mot, la *respiration des tissus* se continue tant qu'il y a de l'oxygène disponible.

» 4° Les première, deuxième et même troisième solutions, distillées après l'asphyxie de l'*Ammodytes*, donnent un liquide *alcoolique* qui, à l'ébullition, verdit la solution de bichromate de potassium acidulée par l'acide sulfurique.

» Le phénomène de la résistance à l'asphyxie est ainsi un phénomène général qui se présente chez tous les êtres vivants.

» *b. Respiration dans une eau en contact avec une atmosphère plus ou moins riche en acide carbonique.* — L'*Ammodytes tobianus* paraît supporter sans inconvénient une quantité assez forte d'acide carbonique dissous dans l'eau.

» L'asphyxie est plutôt déterminée par l'absence de l'oxygène que par la présence de l'acide carbonique, quand la proportion de l'acide ne dépasse pas $\frac{1}{8}$ dans l'atmosphère en contact avec l'eau de mer.

» *Expériences.* — L'*Ammodytes* est placé dans l'eau de mer contenue dans un flacon renversé sur l'eau, et dans lequel on fait arriver un mélange d'air et d'acide carbonique en différentes proportions :

» 1° 1 partie d'air et 10, 7, 4, 3, 2, 1 parties d'acide carbonique;

» 2° 1 partie d'acide carbonique et 8, 6, 5, 3, 2 parties d'air.

» L'acide carbonique a un volume égal au $\frac{1}{4}$ de celui du liquide dissolvant.

» *Résultats.* — L'asphyxie se produit plus ou moins rapidement dans le premier cas (un quart d'heure à une heure et demie), et plus ou moins lentement dans le deuxième cas (une heure et demie à quatre heures). Un *Ammodytes* témoin, placée dans l'eau de mer ordinaire surmontée d'un air confiné, n'y vit pas plus de quatre heures, comme dans le dernier cas (1 partie CO^2 et 8 parties air). Malheureusement, on n'a pas pu opérer avec une atmosphère constante et indépendante de la quantité d'eau dissolvante.

» *c. Respiration à l'air libre plus ou moins oxygéné.* — 1° La respiration branchiale se fait temporairement à l'air libre humide et oxygéné; mais, même dans l'oxygène pur, elle n'est pas illimitée, et la mort survient par asphyxie;

» 2° L'*Ammodytes tobianus* supporte, sans inconvénient, un séjour de trois heures dans l'oxygène pur ou dans un air contenant 50 pour 100 d'oxygène.

» *Expériences.* — Un flacon de 1^{lit} renferme de l'oxygène pur ou de l'air plus ou moins oxygéné (1 partie d'oxygène et 1, 2, 3, 4 parties d'air); il est renversé sur l'eau et un bouchon de liège, percé de trous, empêche le contact du poisson avec l'eau.

» *Résultats.* — 1° L'*Ammodytes* vit pendant une heure, deux heures et demie, quatre heures dans l'air libre contenant $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ d'oxygène;

» 2° Retiré de l'oxygène pur ou de l'air contenant $\frac{1}{2}$ d'oxygène (c'est-à-dire 50 pour 100), après un séjour de trois heures, et replacé dans l'eau de mer, il se remet rapidement et continue à vivre.

» Les moins résistants sont morts au bout de un demi-jour ou un jour. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur la vésicule céphalique des Insectes diptères de la famille des Muscides*. Note de M. A. LABOULBÈNE, présentée par M. Émile Blanchard.

« Au mois de septembre de l'année dernière, et de grand matin, j'ai pu observer un insecte diptère, une Muscide qui venait d'éclore. Elle était grisâtre, avec le corps mou, des moignons d'ailes et s'avançait péniblement sur la paroi d'un pot à fleurs, presque rempli de terre, simplement recouvert d'un verre transparent. En arrivant contre celui-ci, la mouche s'est arrêtée, puis, faisant effort avec sa tête, elle a fait sortir, entre le front et l'épistome, en avant des antennes, une sorte de ballon volumineux, une forte vésicule d'un gris roussâtre et, à plusieurs reprises, elle a cherché à soulever l'obstacle qui l'arrêtait. La vésicule céphalique prenait diverses formes, s'aplatissait, se moulait contre la surface du verre; elle s'étalait en dépassant le rebord de la tête et même des yeux sur les côtés. Je ne cessais point de regarder ce spectacle nouveau pour moi et intéressant à un haut degré; plusieurs fois la Muscide a recommencé cette manœuvre, faisant sortir au dehors puis rentrer l'organe vésiculeux. Je l'observais toujours, lorsqu'elle s'est finalement arrêtée ne pouvant arriver au but de ses efforts : ma patience avait lassé la sienne. Quelques heures plus tard, les téguments raffermis et colorés, les ailes étalées, montraient la métamorphose complète en imago, ou insecte à l'état parfait.

» Le Diptère observé était la *Calliphora vomitoria* Linné, la Mouche bleue de la viande. Après l'avoir laissée en repos pendant une demi-journée, j'ai voulu savoir si je pourrais faire sortir sa vésicule rentrée dans la tête. Dès que j'ai légèrement pressé l'abdomen de cette même mouche, j'ai aussitôt propulsé au dehors sa vésicule céphalique avec la plus grande facilité. En continuant cette pression, je faisais, en outre, gonfler à la base et saillir en avant la trompe, ou proboscide, repliée ; de coudée elle devenait droite avec les palpes relevés et les paraglosses terminaux étalés comme deux grosses lèvres.

» En répétant souvent l'expérience, qui consiste à faire saillir par pression la vésicule céphalique hors de la tête des Muscides, je me suis assuré qu'elle est de moins en moins facile à pratiquer, à mesure qu'on s'éloigne davantage du moment de l'éclosion. Tantôt sur des insectes venant d'éclore en quittant leur pupe, puis volant et se posant sur les vitres de

mon cabinet, tantôt sur d'autres plus âgés ou enfin pris sur des fleurs, j'ai constaté un grand nombre de faits probants. Je me bornerai à ceux qui suivent.

» Le 8 septembre : *Calliphora vomitoria* L., ayant les téguments peu résistants, mous. Pression de l'abdomen faisant sortir une large vésicule à bords roussâtres. *Lucilia cæsar* L., d'éclosion récente. Grande vésicule céphalique d'un blanc gris, noirâtre sur les bords, saillante dès la moindre pression. *Stomoxys calcitrans* L., à téguments résistants, durs, déjà vieille. Pressions successives de l'abdomen, du thorax, même de la tête, restant sans résultat, amenant seulement une forte expansion ou saillie de la trompe.

» 9 septembre : *Sarcophaga carnaria* L., prise sur les vitres. Abdomen et thorax comprimés sans résultat, pression de la tête propulsant la vésicule sous forme de museau pointu, de couleur gris noirâtre. *Curtonevra* provenant de larves ayant vécu dans des champignons en décomposition, saisie peu après l'éclosion. Légère pression abdominale faisant paraître une volumineuse vésicule grise, à contours foncés, noirâtres. Avec une *Sepsidée* provenant des mêmes champignons, venant d'éclore, à téguments blanchâtres, la moindre pression de l'abdomen amène une vésicule céphalique énorme, plus grosse que la tête.

» 10 au 15 septembre : *Anthomya* récente. La vésicule apparaît sous une légère pression avec une coloration gris noirâtre. *Spilogaster* ayant les téguments résistants; une forte pression de tout le corps même de la tête ne produit rien, sinon une sortie de liquide sanguin entre le front et l'épistôme.

» 16 septembre : *Curtonevra* des champignons, récente. Apparition d'une très forte vésicule grisâtre à la moindre pression, rabattant les antennes, projetant la trompe. Plusieurs *Pollenia rudis* Fabricius, prises sur les fleurs, ne montrent pas la vésicule frontale, même après une forte pression; il sort du liquide sanguin entre les sutures céphaliques antérieures. De nombreuses *Calliphora* et *Lucilia* prises sur les vitres, à téguments résistants, ne laissent que difficilement apparaître la vésicule après une pression prolongée; de très fines bulles d'air se montrent parfois dans le liquide.

» Fin septembre et en octobre : Avec de grosses *Aricia lardaria* Fab. et *Mesembrina meridiana* L., capturées sur les fleurs du lierre, il est impossible de faire apparaître la vésicule céphalique.

» 30 octobre : Sur plusieurs *Anthomyia* venant d'éclore, la vésicule est très facile à mettre en évidence, grisâtre à contours plus foncés; elle se prête bien à l'examen microscopique.

» La vésicule céphalique est gonflée par du liquide, car, lorsque cette vésicule est fortement tendue en forme d'ampoule, si on la déchire ou si on la coupe, il s'écoule du liquide et il ne sort pas de l'air. C'est par exception qu'il arrive dans la vésicule produite après une forte pression quelques fines bulles aériennes, et toujours sur des insectes déjà éloignés de l'éclosion.

» Depuis Réaumur qui le premier a noté avec soin la *vessie blanche*, le *museau allongé* des mouches en éclosion, les auteurs qui l'ont cité et commenté, entre autres Lacordaire, Reyssig, A. Weismann, etc., n'ont pas, en ajoutant à ses judicieuses remarques, épuisé le sujet. J'apporte mon tribut pour démontrer que, parmi les Diptères *Cyclorapha*, ceux de la famille des Muscides en particulier, dont la nymphe doit soulever et détacher pour éclore un panneau arrondi de la pupe, sont pourvus d'une vésicule céphalique, sortant de la tête entre l'épistome et le front, au devant des antennes. Cet organe en forme d'ampoule se remplit de liquide sanguin, par la contraction des muscles abdominaux et thoraciques de la nymphe; il a pour usage spécial de supprimer le dernier obstacle à l'éclosion. De plus, la saillie de l'appareil buccal, le redressement de la trompe en sens opposé, vient s'ajouter à la force de projection de l'organe vésiculeux dont il s'agit.

» Pour connaître l'histologie de la vésicule céphalique, j'ai enlevé d'un coup, et avec de fins ciseaux, la membrane tendue; il s'est écoulé constamment du liquide sanguin. Plaçant alors cette membrane sur une lame de verre et l'examinant dans l'eau pure ou alcoolisée, ainsi que dans la glycérine, je l'ai trouvée formée de substance conjonctive, anhyste, sans fibres musculaires, sans trachées. Dès les premières observations, avec un faible grossissement, puis avec des grossissements de plus en plus forts, on pouvait constater que la partie extérieure de la membrane vésiculaire présente des aspérités ayant l'aspect des dents d'une râpe, des saillies élargies, à base triangulaire. Ces aspérités sont formées de chitine et disposées en lignes sur la membrane vue de profil, tandis qu'elles sont plus ou moins espacées sur la membrane tendue. Elles rappellent la disposition de certains fruits de fraisier ou d'arbousier. Leur couleur est fauve, brune ou noire, et produit la teinte particulière de la vésicule chez les diverses Muscides. Il n'y a pas de poils entre les saillies triangulaires, parfois en forme de navette, de certaines vésicules. Les trachées arrivent à la périphérie, mais s'arrêtent au bord.

» La structure de la vésicule céphalique diffère de celle des organes buccaux; elle est une membrane suturale susceptible d'une grande extension entre les parties antéro-supérieures de la tête, qui s'écartent pour la laisser sortir au moment de l'éclosion; puis, la membrane rentrée se condense, s'atrophie; elle a perdu son rôle physiologique absolument transitoire. »

BOTANIQUE. — *Mucor et Trichoderma*.
Note de M. PAUL VUILLEMIN, présentée par M. Guignard.

« M. Julien Ray vient de signaler (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 44; 6 janvier 1896) le parasitisme d'un *Trichoderma* sur une nouvelle espèce qu'il nomme *Mucor crustaceus*. La description de l'auteur ne laisse aucun doute sur l'identité du parasite avec le *Trichoderma viride*, dont le polymorphisme est bien connu depuis les travaux de Tulasne.

» La question des relations entre les *Trichoderma* et les *Mucor* n'est pas nouvelle, comme le croit M. Ray; mais elle a été appréciée différemment. Voici comment je m'exprimais jadis au sujet du *Mucor Mucedo* et du *Trichoderma viride* (*Bulletin de la Société des Sciences de Nancy pour* 1886, p. 114):

» Dans les vieilles cultures sur mie de pain, où les *Mucor* sont en souffrance et où le substratum est relativement sec, les flocons d'un blanc de neige apparaissent sur le pain et sur les *Mucor* eux-mêmes. Ces flocons, parfois lâches, sont souvent serrés, et ils le deviennent de plus en plus. Le mycélium enlace étroitement les tubes de *Mucor* (*fig*. 88), principalement les vieux tubes sporangiaux à peu près vides. Il n'y a pas de parasitisme à proprement parler, comme le prouve la facilité des cultures cellulaires pures.

» Les filaments rampants du *Trichoderma* sont collés à la surface des tubes de *Mucor;* l'union est si intime, que d'abord je les crus plongés dans l'intérieur. Je retrouve la trace de cette illusion sur l'étiquette d'une préparation datée du 3 avril 1886. J'avais inscrit d'abord: « Parasite du *Mucor* »; j'ai raturé pour mettre « Épiphyte sur *Mucor* ». J'ai pu me convaincre, en effet, qu'en dépit de la première apparence les filaments ne pénètrent en aucun point dans le corps intact du support. On distingue au microscope une saillie apparente au point où les filaments passent de la face inférieure à la face supérieure. De plus, par suite de l'évaporation dans une préparation vieille de dix ans, le liquide conservateur s'est arrêté en divers endroits au contact des filaments adhérents à la face supérieure; il en suit toutes les sinuosités, ce qui prouve bien que ceux-ci sont placés entre le tube et le couvre-objet. Une mise au point exacte suffisait déjà à lever tous les doutes.

» Je ne prétends pas que M. Ray ait été le jouet de l'illusion que je n'ai corrigée qu'à la suite d'un examen attentif. On serait pourtant tenté de le

croire, quand on voit « le parasite émettre hors de l'hôte des ramifications » qui vont attaquer d'autres points » et former son appareil reproducteur extérieurement au thalle du *Mucor*. Mais l'auteur signale chez le parasite une tendance à la structure continue, que je n'ai pas rencontrée. Les filaments rampant à la surface étaient aussi richement cloisonnés que le thalle libre. D'ailleurs, comme les filaments inclus de M. Ray, « ils ser» pentent, soit isolés, soit deux ou trois ensemble ; ce sont tantôt des fila» ments étroits, tantôt des filaments larges ». Je n'oserais dire « bien plus » larges que dans la vie libre », car j'ai observé, sur les supports inertes, les variations les plus étendues. On constate une dilatation réelle, en rapport avec un certain degré d'aplatissement. Les spores de *Trichoderma*, qui germent sur un tube de *Mucor*, poussent un filament qui s'élargit presque aussitôt et s'applique au support; mais il continue à croître dans la même direction, au lieu d'émettre un filament perforant, à la façon des endoparasites.

» Les altérations signalées chez l'hôte, par M. Ray, sont de l'ordre de celles que l'on observe dans les vieilles cultures. Que faut-il penser de la « minéralisation plus considérable » chez une espèce qui justifie, à l'état normal, le nom de *Mucor crustaceus?* Nous savons que, dans les milieux épuisés, les incrustations deviennent plus abondantes chez beaucoup de *Mucor*. Là aussi, les derniers rudiments de sporanges n'arrivent plus à mûrir leurs spores. Là également, on rencontre dans les tubes sporangiaux les kystes endogènes que l'auteur croit spéciaux à son espèce, mais qui sont fréquents chez le *Mucor Mucedo*.

» C'est précisément dans des cultures épuisées, commençant à se dessécher, que j'ai vu les *Trichoderma* prendre la place des *Mucor*. La résistance de ceux-ci était préalablement amoindrie. Les *Trichoderma*, en les couchant et en s'étalant sur leurs débris, en ont hâté la destruction. Dans ce sens, ils se comportaient en parasites. Mais s'ils ne s'attaquaient pas encore à des cadavres, ils devaient leur force au déclin de la vie dans leur support.

» J'ai eu tort de supprimer le mot *parasite*, dont l'élasticité s'adapte à des circonstances bien diverses de la vie en commun ; mais il ne s'agissait que d'un parasitisme externe ; le *Trichoderma* enlaçant le *Mucor Mucedo* ne différait pas essentiellement du *Trichoderma* étalé sur le pain. J'avais sous les yeux un cas ambigu, intermédiaire entre l'action des saprophytes et celle des parasites.

» Si le *Trichoderma* pénètre réellement dans l'intérieur des tubes du

Mucor crustaceus vivant et s'il est, dans les circonstances observées par M. Ray, l'agent primitif des altérations qui, dans mon observation, avaient préparé son invasion sur le *Mucor mucedo*, on devra en conclure que cette espèce offre tous les degrés du passage du saprophytisme au parasitisme le plus complet. »

GÉOLOGIE. — *Sur les caractères géologiques des conglomérats aurifères du Witwatersrand (Transvaal).* Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Daubrée.

« Un voyage récent au Transvaal nous ayant permis d'étudier par nous-même en détail les conditions de dépôt très spéciales des minerais d'or fameux du Witwatersrand, nous nous proposons de résumer ici nos principales observations à ce sujet, afin de pouvoir, dans une Note ultérieure, en tirer quelques conclusions sur l'origine de cette formation.

» Nous nous contenterons de rappeler, tout d'abord, que les couches aurifères du Witwatersrand, présentant dans leur ensemble un caractère sédimentaire dont on ne connaissait pas encore d'exemple important pour les minerais d'or anciens, sont intercalées dans une formation de quartzites et de conglomérats reposant sur le granite et que l'on rattache hypothétiquement au dévonien par des raisons stratigraphiques, bien qu'elles ne contiennent aucun fossile.

» Nous considérons la partie jusqu'ici exploitée de ces couches, dont la longueur atteint 50^{km}, comme représentant probablement un pli synclinal est-ouest d'une formation ayant été autrefois beaucoup plus étendue, synclinal dont les couches du Rand proprement dit constitueraient le flanc nord, tandis que celles du Nigel et d'Heidelberg en seraient le flanc sud.

» Cela posé, les principaux faits d'observation nous paraissent être les suivants :

» 1° Le minerai d'or est un conglomérat ou, rarement, un grès quartzite, dont les éléments roulés, galets et grains de sable, sont presque exclusivement formés de quartz ou accessoirement de quartzite, et dont le cément est constitué de silice pyriteuse et aurifère. Les galets de quartz, tantôt bien arrondis, tantôt simplement émoussés aux angles, souvent aplatis, sont de deux natures, les uns blancs bleutés, les autres noirs enfumés, ces derniers étant considérés dans quelques mines, sans que le fait soit bien démontré, comme d'un bon indice.

» 2° Les couches contenant de l'or en proportion plus ou moins forte, exploitable ou non, sont réparties sur plusieurs milliers de mètres d'épaisseur de terrains formés de grès et de conglomérats, avec rares intercalations de schistes à la base et sans aucun banc calcaire. Les premiers calcaires n'apparaissent qu'au-dessus de la couche aurifère la plus récente reconnue, celle du Black Reef, comme s'il y avait eu, à ce moment, un changement absolu dans les conditions de dépôt du bassin. Ces divers bancs de conglomérats aurifères présentent localement des variations constantes d'épaisseur et de distance entre eux : on les voit s'étirer, parfois se bifurquer pour englober une masse de grès et se réunir plus loin; néanmoins, la plupart du temps, un banc de conglomérat ou de grès, qui semble apparaître brusquement, n'est que l'exagération d'une couche précédemment marquée par un simple indice (délit sableux ou cordon de galets disséminés) et la coupe présente, dans l'ensemble, d'un bout à l'autre de la zone aurifère, une certaine constance, la richesse en or semblant, en moyenne, autant qu'on peut en juger d'après des observations encore très incomplètes, toujours localisée dans les mêmes séries de bancs.

» 3° Les phénomènes mécaniques postérieurs à la formation des conglomérats sont nombreux et nets. En premier lieu, on doit noter, dans cet ordre d'idées, l'inclinaison des couches et leur allure générale en synclinal E.-O., qui est le résultat d'un plissement postérieur, la pente actuelle des couches aurifères étant absolument incompatible avec les conditions du dépôt. On remarque également : la présence de véritables salbandes argileuses correspondant à des surfaces de glissement et de broyage; les réseaux de fissures, où du quartz, avec cristaux de pyrite de fer, chalcopyrite, galène, blende, parfois or natif, a cristallisé par sécrétion; les failles, pour la plupart N.-E., S.-O., et les dykes de roches éruptives, dont un principal, celui du Klipriverberg, paraît avoir eu une certaine relation avec la formation de la couche aurifère la plus récente, appelée le *Black Reef*.

» 4° L'or, dans les minerais, est souvent à l'état libre, mais toujours invisible à l'œil nu; il est constamment associé à la pyrite, sans lui être, ce semble, combiné, et souvent on peut le voir, au microscope, en cristaux englobés dans la pyrite même. Cette pyrite, qui arrive souvent aisément à former 5 pour 100 en poids de la roche, est, en général, remarquablement pure et contient seulement, par exception, des traces de cuivre, plomb, zinc ou arsenic; la teneur moyenne en or varie, dans les couches exploitées, de 10^{gr} à 50^{gr} à la tonne.

» 5° L'or et la pyrite sont exclusivement dans le ciment des galets quartzeux, qui, eux-mêmes, quelle que soit leur taille, n'en contiennent jamais, sauf très rarement dans des fissures. Le fait est assez général et absolument constant pour qu'il soit difficile de supposer aux galets de quartzite et à la pyrite aurifère une origine identique, la pyrite résultant de la destruction de filons de quartz aurifère.

» 6° La pyrite aurifère enveloppe constamment les galets de quartz, sur la surface desquels elle semble s'être précipitée, ou forme des veinules irrégulières dans le ciment siliceux qui enveloppe les galets. Dans certains cas, elle constitue des veinules zonées, soit parallèles à la stratification générale, soit obliques sur elle et correspondant à une fausse stratification des sédiments. Cette pyrite, examinée à la loupe ou au microscope, apparaît très souvent roulée, notamment dans le cas des veinules parallèles; parfois aussi elle est bien cristallisée.

» 7° Il y a une corrélation universellement reconnue entre la dimension des galets et la richesse en or dans une portion limitée des mêmes couches. Les grès fins ne sont que très exceptionnellement aurifères et seulement le long de certains cordons de galets disséminés, peu visibles; dans les conglomérats eux-mêmes, on considère comme particulièrement riches les couches à gros galets, surtout celles qui se trouvent souvent à la base d'un banc. Les minerais réputés de bon aspect sont ceux à galets un peu gros, assez largement espacés sans l'être trop, dont le ciment présente une teinte sombre, due tant à la nature spéciale des quartz qu'à l'abondance des pyrites.

» 8° Dans un banc de conglomérats, la richesse en or n'est nullement, comme dans les placers aurifères, concentrée toujours à la base : ou bien elle est répartie uniformément dans toute la masse; ou, si elle se localise dans un banc, ce banc peut être à la partie supérieure comme à la partie inférieure de la couche, bien que le second cas soit plus fréquent.

» 9° Dans un même banc, la teneur en or à la tonne paraît, sans que la règle présente une généralité absolue, être d'autant plus forte que l'épaisseur est plus faible, comme s'il n'y avait eu qu'une quantité d'or déterminée à répartir sur toute l'épaisseur du banc.

» 10° Un certain nombre de couches aurifères, souvent très riches, se trouvent au contact de bancs de schistes, intercalées entre ceux-ci et les quartzites (East Rand, Van Ryn, Modderfontein, Nigel, Midas, etc.). »

GÉOLOGIE. — *Sur le gisement de quelques roches éruptives et métamorphiques du bassin de Laval.* Note de M. **D.-P. Œhlert**, présentée par M. Fouqué.

« Les couches carbonifères, qui occupent le centre du géosynclinal de Laval, appartiennent au Dinantien et à la base du Moscovien; bien que, dans le redressement des strates et dans la compression qu'elles ont subis, toute trace de discordance angulaire ait disparu, on peut toutefois, en comparant leur extension respective, constater, non seulement entre le Carbonifère et le Dévonien, mais aussi pendant et après la formation des assises dinantiennes, l'existence de mouvements de transgression et de régression plusieurs fois répétés; le dernier a amené, vers le sud-est, un envahissement des sédiments carbonifères qui se trouvent ainsi en contact avec les schistes précambriens de l'anticlinal de Rennes. Toutes ces couches ont subi, postérieurement à leur redressement, des dénudations profondes, détachant des lambeaux, actuellement isolés sur les bords du bassin, mais que leurs caractères pétrographiques et paléontologiques permettent de rattacher à la partie centrale. La nature des dépôts alternativement lagunaires et marins, ainsi que la dissymétrie qui existe entre les sédiments des deux flancs du géosynclinal, montrent combien ont été fréquents les changements apportés au relief de cette région pendant l'époque carbonifère; enfin, des roches éruptives variées sont venues modifier la nature et l'allure des couches.

» L'assise la plus inférieure, dans tout le bassin de Laval, est caractérisée par une roche désignée, par M. Munier-Chalmas, sous le nom de *Blaviérite*, renfermant dans une pâte séριciteuse des grains de quartz bipyramidé et des débris de feldspath; son allure est celle d'une roche sédimentaire et on la retrouve sur tout le pourtour du bassin, plus ou moins développée, passant parfois soit à des microgranulites, soit à des arkoses ou à des grès feldspathiques. Les poudingues, qui lui succèdent et dont la transgression est très évidente sur certains points, contiennent des galets de la roche précédente, ainsi que des éléments arrondis, arrachés à toutes les roches sédimentaires résistantes du Dévonien et du Silurien. La couche d'anthracite, exploitée à Lhuisserie-Montigné, est subordonnée à ces poudingues; elle est accompagnée de schistes et de brèches qui passent graduellement à des porphyres pétrosiliceux à structure fluidale, par l'inter-

médiaire de roches ayant encore conservé des traces d'une stratification primitive et dont le faciès a été profondément modifié par une silicification intense.

» Ces roches, dont l'étude vient d'être faite par M. Michel-Lévy, constituent, aux environs d'Entrammes, un massif puissant au milieu duquel on rencontre des bandes respectées par les éruptions et par le métamorphisme; elles sont particulièrement visibles sur les rives de la Mayenne, entre l'écluse de Bonne et le pont d'Entrammes, et plus au sud, entre Briassé et la Benâtre, au milieu d'un lambeau de Culm séparé du bassin central par un anticlinal silurien.

» Ces roches sont coupées par des dykes d'albitophyre de 50 à 80^{m} de puissance, accompagnés de brèches et de schistes violets avec développement de cristaux de feldspath; ces phénomènes de métamorphisme sont particulièrement visibles au sud de Parné, le long de la rivière de l'Ouette.

» Tout cet ensemble appartient à la base du Dinantien, c'est-à-dire à un niveau inférieur au Calcaire à *Productus giganteus* qui, s'il n'existe pas sur ce flanc du géosynclinal, a comme équivalent des schistes et des grès marins (moulin de Soufrette, La Mazure), recouverts par les calcaires et les schistes de Laval (Forcé), base du Westphalien. C'est d'ailleurs à un même niveau qu'existe une longue traînée de porphyre et de schistes pétrosiliceux interstratifiés vers la base du Carbonifère, au nord du bassin, entre Argentré et Soulgé. Les traces évidentes de dislocation et de froissement, que l'on constate dans les éléments de ces roches, montrent que leur métamorphisme est antérieur au redressement des couches, tandis que les dykes d'albitophyre, à cristaux intacts, sont au contraire postérieurs à ce mouvement.

» Les dépôts carbonifères ont été également traversés par d'autres roches éruptives, parmi lesquelles nous signalerons, dans le Culm, des porphyrites, des diabases andésitiques, des kersantites et un pointement de mélaphyre. »

MINÉRALOGIE. — *Étude pétrographique des Albitophyres du bassin de Laval.* Note de M. MICHEL LÉVY, présentée par M. Fouqué.

« Parmi les roches recueillies par M. Œhlert et étudiées au point de vue stratigraphique dans une Note précédente, quelques-unes présentent un intérêt pétrographique justifié par la rareté des types auxquels elles se rapportent.

» Le dyke du Bégon, près Entrammes, est constitué par un albitophyre à structure porphyroïde très prononcée, dont les minéraux, très intacts, se prêtent à une étude minéralogique et microscopique approfondie.

» *Grands cristaux du premier temps.* — Albite très maclée, présentant de nombreuses lamelles polysynthétiques suivant la macle de l'albite, courtes, interrompues, en forme de dents de scie, d'aspect caractéristique. La macle de Carlsbad coexiste et permet la détermination optique précise de l'albite; nous l'avons contrôlée par le procédé Becke (indices de réfraction) et par les extinctions dans les sections perpendiculaires aux axes n_g et n_p, suivant la méthode due à M. Fouqué.

» *Deuxième temps de consolidation.* — Microlites d'albite en lamelles aplaties suivant $g^1(010)$, associés à quelques rares microlites d'orthose. Ces microlites enchevêtrés sont moulés par du quartz en plages xénomorphes (structure pœcilitique de Williams).

» Comme produits secondaires, on constate de la chlorite faiblement biréfringente (pennine) et de l'hématite brune; parfois un peu de clinochlore.

» La formule de cette roche intéressante est donc

$$\mathfrak{E}\mu \ldots \quad \underline{\bar{a}_2 o_1 q} \quad (^1).$$

---

(1) Nous en avons confié l'analyse en bloc à M. Léon Bertrand qui a obtenu les résultats suivants :

Silice	68,40
Alumine	14,07
Sesquioxyde de fer	7,15
Chaux	1,10
Magnésie	3,21
Soude	5,09
Potasse	1,70
	100,72
Perte au feu	1,88

Ces données coïncident très exactement avec les proportions suivantes des minéraux constituants :

Albite Ab_9An_1	48 %
Orthose	10
Quartz libre	27
Pennine	9
Oxydes de fer	6
	100

» La roche est très riche en soude, assez riche en magnésie, pauvre en potasse et en chaux ; c'est un magma très exceptionnel.

» Dans une des plaques minces du Bégon, on voit avec évidence que la chlorite provient de la décomposition d'un bisilicate en microlites allongés.

» A Parné, au Roseau et à Jouanne, d'autres dykes similaires sont composés de roches très analogues. Mais l'albite en grands cristaux y est remplacée par la microperthite, association de parties égales d'orthose et d'albite, et dans le magma de seconde consolidation, les microlites d'orthose et d'albite sont en quantité à peu près équivalente ; ce sont des ortho-albitophyres à microperthite.

» Cette formation intéressante est au voisinage immédiat de grandes masses pétrosiliceuses, décrites par M. Œhlert comme interstratifiées dans le carbonifère. Ce sont, en majeure partie, des porphyres pétrosiliceux à grands cristaux d'albite, d'orthose, de microperthite et parfois, mais rarement, de quartz bipyramidé.

» A l'inverse des albitophyres qui n'ont pas subi de laminage notable, les porphyres pétrosiliceux sont très dynamométamorphiques ; leurs grands cristaux de feldspath sont brisés et parfois courbés par des pressions intenses. Le magma de seconde consolidation, riche en calcédoine, est souvent étiré et méconnaissable ; il a pris une apparence schisteuse qui rend difficile la distinction avec les schistes sédimentaires intercalés.

» Cependant on y constate la présence constante de microlites et de sphérolites d'orthose dans un magma pétrosiliceux ; les boutonnières de liquation, si fréquentes dans les porphyres d'épanchement, tels que ceux de l'Esterel, de Montreuillon, de Tharandt, sont ici fort belles et toujours reconnaissables. Ces roches sont analogues aux kératophyres et aux lennenporphyres interstratifiés de MM. Gümbel et O. Mügge.

» Le mélaphyre d'Origné répond à la composition ordinaire des basaltes ; grands cristaux d'olivine serpentinisée, d'augite, de bytownite basique ; microlites de labrador et d'augite ; fer oxydulé à tous les temps de consolidation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des effets, considérés isolément, des déplacements solaires sur les pressions barométriques de la zone de 10° à 30° N. (Annexe à une étude de la révolution synodique)* (¹). Note de M. A. POINCARÉ, présentée par M. Mascart.

« *Révolution annuelle.* — Dans mes Communications précédentes, je me suis servi, après élimination des effets des diverses révolutions lunaires, des cotes barométriques moyennes de la zone 10°-30° N. en l'année météorologique 1883.

» Ramenées au mois civil, ces cotes d'effet solaire donnent, pour chacun des 12 mois, de décembre 1882 à novembre 1883, les nombres

762,26 mm	62,36 mm	62,05 mm	61,04 mm	60,31 mm	59,95 mm	59,56 mm
59,51	59,70	60,18	61,65	et	61,75	

dont la moyenne est $760^{mm},86$.

» Au solstice d'hiver même, la moyenne est 62,3; au 5 janvier, jour du maximum de l'ondulation qui suit le solstice, elle est 63,5; soit, pour cote attribuable au passage au solstice, 62,9.

» Au solstice d'été, 58,9; au 15 juillet, jour du minimum des deux courbes à 10° et 30°, 58,7; soit à adopter 58,8.

$$\frac{62,9+58,8}{2} = 760^{mm},85.$$

» Vers les solstices, s'établit la compensation entre l'abaissement sur la zone de l'hémisphère chauffé et le relèvement sur la zone correspondante de l'autre hémisphère.

» A l'équinoxe de printemps, on a $760^{mm},85$ pour moyenne au croisement des deux courbes de 10° et 30°. Cette même moyenne n'est atteinte

---

(¹) Voir *Comptes rendus* des 24 juin, 30 septembre, 11 novembre et 30 décembre 1895. Je recours aussi à mes études antérieures, *Sur les effets de la révolution tropique et de la révolution du nœud*, notamment à la Notice et aux courbes concernant les *Relations entre les mouvements barométriques et les positions de la Lune et du Soleil* (1887-88, *Bulletin de la Société météorologique* de janvier 1889); à la Notice de M. Renou, *Sur l'oscillation diurne du baromètre* (*idem*, t. XXVI; 1878); à l'étude *Sur la marche diurne du baromètre*, par M. Angot; aux *Isobares moyennes* de M. Teisserenc de Bort (*Bureau central*; 1885)

que deux jours après l'équinoxe d'automne. A chaque passage du Soleil à l'équateur, les échanges sont suspendus; mais les contre-alizés destinés à ramener à l'égalité de pression la zone échauffée poursuivent leur route.

» Aux variations logiques de la charge et de la décharge de la ceinture des calmes par le jeu des contre-alizés et des alizés se rattachent également la marche régulière des pressions des mois successifs, la réduction des gradients aux solstices, leur inversion aux équinoxes et toutes les ondulations si frappantes des courbes à 30° et 10°.

» Les effets de la révolution annuelle du Soleil n'ont rien de commun avec ceux de la révolution tropique de la Lune, qui refoule ou rejette l'air en dehors de sa trajectoire hélicoïdale. Là, on ne peut invoquer que l'attraction; ici, son action est noyée dans celle de la chaleur.

» *Variation diurne.* — En est-il de même pour la variation barométrique diurne? La question est encore controversée et la discussion des seules observations de l'instant midi 13^m Paris ne me fournit pas d'élément bien nouveau à apporter dans la discussion ([1]).

» Tout se traduit encore, au reste, pour la zone étudiée, en rechargements par en haut et vidange par en bas. Ce qu'il faudrait définir d'une façon complète, ce seraient les oscillations résultantes.

» Voulant d'abord étudier les effets lunaires à midi Paris, j'ai pu, sans aucun inconvénient, pour simplifier les exposés, m'exprimer parfois comme si la courbe des pressions, dépouillée de ces effets, tournait entièrement avec le Soleil, en se modifiant en route suivant la distribution des terres et des mers.

» On arrive, dans le tracé de cette courbe pour un jour donné, à une approximation plus que suffisante. Les modifications progressives à y apporter dérivent de sa transformation régulière d'un mois synodique à l'autre et de la situation des ondulations des solstices. Les autres oscillations d'effet solaire affectent bien les cotes à 10° et 30°; mais elles se compensent sensiblement sur le méridien.

» La difficulté est de définir ce qui se passe entre deux midis.

» La première pensée est de faire momentanément abstraction des ondes autres que l'onde diurne et de partager les pressions de la courbe annulaire entre deux autres courbes, l'une fixe, l'autre tournante, l'une suffisant pour déterminer l'autre. Suivant la position donnée à la courbe tour-

---

([1]) Elle montre en tout cas que c'est à l'antipode du Soleil qu'il faut aller saisir son effet d'attraction.

nante, on aurait, par addition ou soustraction et sauf légères corrections, la situation des effets solaires à tel instant voulu.

» La courbe fixe pourrait être celle des moyennes diurnes des mois synodiques en un nombre suffisant de points de la zone, sauf remaniements progressifs, comme il est dit ci-dessus. Malheureusement, les observations multiples y sont beaucoup trop rares.

» Il faut donc, pour imaginer la courbe tournante, revenir à ce qu'on sait de la variation barométrique diurne, sur une partie de la zone et à ce qu'on peut en présumer sur le reste.

» Cela revient à dire qu'il faut estimer sur chaque secteur l'effet, à l'instant étudié, des ondes solaires modifiées par leur participation aux cumulations.

» On ne peut donc, en l'état, sans une grande circonspection, s'éloigner de l'instant midi Paris. D'autre part, il ne s'agit que de dégager les effets lunaires; les doutes portent, en général, sur d'assez faibles différences et l'on a, pour se guider, ce qui se passe dans les situations analogues qui se présentent à midi Paris.

» *Observation.* — Facilitées par la compressibilité du gaz et la rapidité des changements d'équilibre, les cumulations de surpressions ou de dépressions et de forces vives et leur persistance, en place ou en rotation suivant les cas, sont un trait essentiel des mouvements atmosphériques. Ce sont elles surtout qui font comprendre les incontestables effets de la révolution synodique. Suivant la situation respective des deux astres et la marche de leur rapprochement ou de leur éloignement, l'onde lunaire, jour par jour, décharge ses convexités contre les mamelons atmosphériques dus à l'action solaire, puis dérase l'exhaussement ainsi opéré et le mamelon lui-même, comble ou approfondit les excavations, imprime à la courbe des variations diurnes, des modifications incessamment augmentées ou diminuées, la suit en retardant, trop peu pour laisser détruire son œuvre, assez pour l'allonger par l'arrière jusqu'à ce que change le sens de son travail. »

M. **Doumet-Adanson**, par l'entremise de M. Mascart, communique l'observation suivante, faite à Baleine le 6 janvier 1896, d'un bolide qui avait été déjà signalé à l'Académie (séance du 13 janvier).

« A $5^h 7^m$ du soir (heure de Paris) un remarquable bolide a passé dans l'est horizontalement, à environ 25° au-dessus de l'horizon. Sa trajectoire apparente était nord-sud.

» Le noyau avait la grosseur et l'éclat de *Vénus*. Il était d'un *vert clair* le plus brillant, laissant après lui une traînée d'environ 3° à 4° de longueur, d'un *rouge* analogue à celui de charbons incandescents et qui paraissait fragmentée.

» La vitesse de translation était faible, un trajet d'environ 20° ayant été accompli en 4 à 5 secondes. Parti de l'est, il s'est éteint à l'est-sud-est sans détonation ni explosion apparente. Le ciel était d'une grande pureté, sauf une bande de nuages de 5° à 6° de hauteur à l'horizon du sud-est au sud-ouest. C'est le météore de ce genre le plus brillant et le plus étrange par sa coloration que j'aie encore observé.

» La veille (5 janvier) à $5^h 30^m$ du soir, un autre météore se dirigeant du sud-est au sud-ouest était observé près de Ferrières (Allier). Il suivait une ligne brisée pendant plusieurs secondes, émettant à quatre reprises des rayons lumineux multicolores, et éclatant en forme de gerbes de feu d'un éclat intense, comme des fusées d'artifices. (Cette observation est relatée dans la *Revue scientifique du Bourbonnais*). »

M. **Lembert-Roguin** adresse une Note relative à la photographie des couleurs.

M. G. **Gagneparis** propose d'employer, dans la fabrication de l'acide sulfurique, une double tour faisant suite à la tour de Gay-Lussac, pour arrêter les vapeurs rutilantes.

M. **Ed. Guitard** adresse une Note relative à une roue hydraulique à palettes, à transformations, pour le flux et le reflux de la mer.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 janvier 1896.

Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme, de MM. E. Mascart et J. Joubert. Deuxième édition, entièrement refondue par M. E. Mascart, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, etc. Tome Ier : *Phénomènes généraux et Théorie*. Paris, Masson et Cie et Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de

Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 1. 25 janvier 1896. Paris, G. Masson, 1896; 1 fasc. in-8°.

Les Missions françaises. Causeries géographiques, par M. R. de Saint-Arroman. Paris; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Grandidier.)

Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques, par M. Cossmann, Ingénieur. (Extrait des *Mémoires de la Société géologique de France*. Tome V, fasc. IV.) Paris, 1895; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. 1895. Paris, 1895; 1 vol. in-8°.

Archives d'Électricité médicale expérimentales et cliniques. Recueil fondé et publié par M. J. Bergonié, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, etc. Tome III. Paris, Octave Doin, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 1. 15 janvier. Paris, Georges Carré; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. N° 2. 20 janvier 1896. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Statistique minéralogique et pétrographique des roches de la chaîne du mont Blanc et des montagnes environnantes, par M. Venance Payot. Lyon, Jacquet, 1895; br. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. N° 1. 15 janvier 1896. Paris, G. Masson, 1896; fasc. in-8°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XIX. N° 1 : *The Cyprinodonts*, by S. Garman. Cambridge, 1895; in-4°.

Missouri geological survey. Vol. IV, V, VI; 3 vol. gr. in-8°.

Report on the total eclipse of the Sun, observed at Mina Bronces, Chile, on april 16, 1893, by J.-M. Schaeberle. Sacramento, 1895; 1 vol. in-8°.

The collected mathematical Papers of Arthur Cayley, Sc. D., F. R. S. Vol. IX. Cambridge, 1896; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 février 1896.

Astronomie, Astrophysique, Géodésie, Topographie et Photogrammétrie pratique, par M. Gélion Towne. Paris, E. Bertaux, 1896; 2 vol. in-12. (Présenté par M. Tisserand.)

Exploration scientifique de la Tunisie. Illustrations des espèces nouvelles, rares ou critiques de champignons de la Tunisie, par M. Patouillard. Paris, Imprimerie nationale, 1892-1895; in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Exploration scientifique de la Tunisie. Illustrations des espèces nouvelles,

rares ou critiques de phanérogames de la Tunisie, par MM. Ed. Bonnet et G. Barratte. Paris, Imprimerie nationale, 1895; in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart. Février 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Janvier 1896. Paris, Chamerot et Renouard; 1 vol. gr. in-8°.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie française. Janvier 1896. Paris, Baudoin.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Bulletin de décembre 1895. Paris, Chaix, 1895; 1 vol. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome XXIV^e^. (Année 1894). Melun, Imprimerie administrative, 1895; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXXI, séance du 30 décembre 1895.)

Note de M. *A. Poincaré,* Des effets de la révolution synodique de la Lune, etc. :

Page 1175, 4^e^ alinéa, 4^e^ ligne, *au lieu de* du maxima, *lisez* du minimum.

Page 1176, 2^e^ ligne du Tableau, *au lieu de* nidéro, *lisez* midi 20^m^.

Même page, à la note, *mettez* r à la place de v pour dernière lettre des abréviations Sqdr, etc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture de la Lettre suivante, annonçant à l'Académie la mort de M. *Jules Reiset,* Membre de la Section d'Économie rurale :

« Paris, ce 5 février 1896.

» Monsieur le Président,

» J'ai le pénible devoir de vous annoncer la mort de mon bien-aimé mari, M. Jules Reiset.

» J'obéis à ses sentiments en vous priant d'en informer ses Confrères et de saluer, une dernière fois, en son nom, l'Académie à laquelle il se faisait un si grand honneur d'appartenir.

» Recevez, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

G. Reiset.

M. le **Président** ajoute :

« Le Confrère regretté auquel nous avons rendu avant-hier les derniers devoirs était un de ces hommes d'élite, charmant tous ceux qui l'appro-

chaient par la distinction de sa personne et la noblesse de son caractère : simple dans ses goûts, indépendant, sans autre ambition que d'être utile à la Science et à son pays, il a, loin du bruit, consacré sa vie à l'étude.

» Sa modestie avait par avance interdit les longs discours autour de son cercueil : les adieux que nous lui avons adressés, au nom de l'Académie, ont donc été simples comme sa vie; quelques paroles, prononcées avec émotion par notre Confrère, M. Duclaux, ont retracé, devant sa famille attendrie, les services rendus à la Science par M. Reiset. Dans ce tableau rapide de sa carrière, nous l'avons revu, appliquant tour à tour aux questions les plus délicates de la Chimie, aux problèmes les plus complexes de la Physiologie animale, son habileté consciencieuse et persévérante. Mais c'est surtout à l'Agronomie que M. Reiset a rendu les plus importants services : il n'a pas dédaigné, lui, chimiste et physicien expérimenté, collaborateur de Millon, de Regnault et de Pelouze, digne d'ambitionner les plus hautes satisfactions de la Science pure, d'aller modestement se faire agriculteur, d'installer son laboratoire au milieu de sa ferme et d'apporter à l'exploitation agricole, non des subtilités théoriques ou des réformes prétentieuses, mais ce jugement droit et sain que donnent la méthode scientifique et le contrôle incessant de l'expérience. Chaque élément, mis en œuvre par la pratique agricole, fut l'objet d'études longues et minutieuses : M. Reiset n'épargnait ni le temps, ni l'argent, ni la peine pour satisfaire, comme agronome, sa conscience de chimiste et de physicien.

» Aussi ce fut à l'unanimité des suffrages que, en 1884, l'Académie l'appela dans son sein : à l'heure présente, où il vient de nous quitter, c'est avec la même unanimité que l'Académie adresse à sa mémoire l'expression de ses plus sympathiques regrets. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du carbure d'uranium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons démontré précédemment que le carbone pouvait donner, avec les métaux, de nombreux composés parfaitement définis et cristallisés. Certains de ces carbures, tels que ceux de chrome C^2Cr^3 et CCr^4, de molybdène CMo^2, de titane CTi n'exercent aucune action sur l'eau à la température ordinaire. D'autres, au contraire, décomposent l'eau froide avec la plus grande facilité, en donnant un oxyde métallique et un carbure d'hydrogène gazeux. Les carbures alcalino-terreux, cristallisés, de

formule C^2R, préparés au four électrique, produisent ainsi de l'acétylène pur. Le carbure d'aluminium C^3Al^4 donne un dégagement lent de méthane. Récemment, M. Lebeau a démontré que le carbure de glucinium CGl^2 fournissait aussi par sa décomposition en présence de l'eau froide du gaz méthane pur [1].

» Mais, pour certains carbures métalliques, la décomposition par l'eau sera plus complexe, et la nature des carbures d'hydrogène obtenus, beaucoup plus variable. C'est ce qui ressort de l'étude du carbure d'uranium.

» *Carbure d'uranium*. — L'oxyde d'uranium préparé par l'industrie renferme comme impuretés une petite quantité de fer, et une proportion notable de métal alcalin. En réalité, c'est une combinaison variable d'oxyde d'urane avec la soude, la potasse ou l'ammoniaque.

» L'oxyde commercial est mis en solution dans l'acide nitrique pur, et le sel obtenu est soumis à deux cristallisations successives; les cristaux essorés sont mis en solution dans l'éther (méthode de Peligot) [1] et le mélange est distillé au bain-marie après avoir été additionné de son volume d'eau. Cette distillation s'effectue dans un appareil de verre. L'addition de l'eau a pour but d'éviter une réaction très vive qui se produit à la fin de l'opération, avec projection d'une partie du liquide, par suite d'un dégagement brusque de vapeurs rutilantes.

» La solution aqueuse d'azotate d'uranium est évaporée à siccité. Le résidu après calcination est entièrement formé d'oxyde jaune d'uranium. Une nouvelle calcination de deux heures au four Perrot l'amène à l'état d'oxyde vert que l'on utilise directement pour la préparation du carbure.

» *Préparation*. — L'oxyde vert d'uranium est mélangé avec du charbon de sucre en poudre fine dans les proportions suivantes :

Oxyde d'uranium	500^{gr}
Charbon de sucre	60^{gr}

» Le mélange (environ 800^{gr}), disposé dans un creuset de charbon, est chauffé au four électrique, pendant huit à dix minutes, avec un courant de 900 ampères et 50 volts. Cinq minutes environ après le début de l'expérience la réduction se produit et de brillantes étincelles s'échappent du four. Quelques minutes plus tard, les étincelles disparaissent, et il reste

(1) Peligot, *Recherches sur l'uranium* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. V, p. 7).

(2) Lebeau, *Sur un carbure de glucinium* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 496).

dans le creuset le carbure d'uranium liquide qu'on laisse se solidifier et se refroidir dans le four électrique.

» *Propriétés*. — Ce carbure se présente sous forme de fragments denses, d'aspect métallique, à cassure cristalline rappelant la couleur du bismuth. Il est plus ou moins riche en graphite provenant en partie du carbone emprunté au creuset. Examinés au microscope, les fragments sont nettement cristallisés, réfléchissent vivement la lumière et présentent parfois des surfaces carrées, régulières. Sa densité, prise à 18° dans la benzine, est de 11,28.

» Sa dureté n'est pas très grande; il raye le verre et le cristal de roche et ne raye pas le corindon; frappé avec un corps dur, il fournit, comme l'uranium métallique, de brillantes étincelles. Pulvérisé au mortier d'agate, sans précautions, il prend feu et la combustion se continue.

» Le fluor, à froid, n'a pas d'action sur lui; mais, légèrement chauffé, il brûle dans ce gaz avec un vif éclat. Le chlore l'attaque à 350° avec incandescence, en fournissant un chlorure d'uranium volatil.

» Le brome réagit à 390° en produisant une faible incandescence. Enfin l'iode l'attaque sans incandescence au-dessous du rouge. Avec ce dernier corps simple, le carbure d'uranium fournit une masse agglomérée peu volatile, et qui est soluble dans l'eau, à laquelle elle donne une coloration verte.

» Le carbure d'uranium brûle avec éclat dans l'oxygène à 370°. La réaction, commencée en un point, se propage dans toute la masse, sans qu'il soit nécessaire de chauffer. Il se dégage en abondance de l'acide carbonique, et il reste un oxyde d'un noir violacé fournissant une trace verte sur la porcelaine. Avec l'azotate ou le chlorate de potassium en fusion, il se produit une vive incandescence avec formation d'uranate alcalin.

» Le carbure d'uranium brûle dans la vapeur de soufre avec incandescence à la température de fusion du verre. Il se produit du sulfure d'uranium et du sulfure de carbone.

» Le sélénium réagit à une température plus basse que le soufre. L'incandescence est assez vive, et il se produit un séléniure.

» L'azote attaque le carbure d'uranium à 1100°; mais la transformation en azoture n'est pas complète. Le résidu, traité par la potasse, dégage nettement de l'ammoniaque. A 370°, dans le bioxyde d'azote, le carbure d'uranium devient incandescent et laisse un résidu noir de composition complexe.

» Les acides chlorhydrique, sulfurique et azotique étendus l'attaquent

lentement à froid en fournissant une solution verte pour les premiers et jaune pour le dernier.

» Les acides concentrés, sauf l'acide nitrique, n'agissent que difficilement à froid. Au contraire, en chauffant, la décomposition est rapide.

» L'acide chlorhydrique gazeux réagit vers 600° avec incandescence. Il se produit un chlorure qui donne avec l'eau une solution brune instable. L'hydrogène sulfuré, à la même température, fournit un sulfure d'uranium.

» Le gaz ammoniac donne, au rouge, un azoture sans que la décomposition soit complète.

» Mais la réaction la plus curieuse que nous présente ce nouveau composé nous est fournie par son action sur l'eau.

» Lorsque l'on met des fragments de carbure d'uranium en présence de l'eau, à la température ordinaire, il se produit lentement un dégagement gazeux qui s'accélère, si la quantité d'eau est faible ou si la température augmente légèrement. Lorsque l'on opère à l'abri de l'air, il se fait en même temps un hydrate d'oxyde d'uranium de couleur verte. Au contact de l'air, cet oxyde prend une teinte d'un gris foncé presque noir.

» Le gaz dégagé par le carbure d'uranium n'est plus formé par un hydrogène carboné pur. Soumis à l'analyse, il nous a présenté la composition suivante :

	1.	2.
Acétylène	0,17	0,72
Éthylène	6,77	5,16
Méthane	78,05	80,60
Hydrogène	15,01	13,52

» On obtient donc ici un mélange complexe de carbures d'hydrogène gazeux et, si l'on totalise tout le carbone recueilli ainsi, d'un poids donné de carbure d'uranium, on s'aperçoit bien vite qu'il manque environ les deux tiers du poids du carbone qui est entré en combinaison avec l'uranium. La décomposition étant complète, nous fûmes alors conduit à épuiser par de l'éther pur l'eau qui avait été employée pour cette réaction. En reprenant cet éther et en le distillant nous avons obtenu tout notre carbone manquant sous forme d'un mélange abondant de carbures liquides et solides.

» Après évaporation de l'éther, le liquide a été distillé de 70° à 200°; il est resté dans l'appareil un résidu bitumineux. Le liquide distillé est riche en carbures d'hydrogène. Nous en poursuivons l'étude, mais nous pouvons indiquer déjà qu'il renferme des carbures non saturés, car il réduit le

nitrate d'argent ammoniaco-potassique en argentant avec facilité le tube à essai dans lequel se fait l'expérience.

» Cette réaction ne peut être attribuée à une aldéhyde, car ce liquide ne colore pas la fuchsine sulfureuse.

» La vapeur d'eau au rouge sombre décompose ce carbure avec incandescence en fournissant un oxyde noir et un dégagement d'acide carbonique.

» ANALYSE. — *Dosage du carbone total.* — Le carbone total a été dosé soit par attaque au chlore, soit par combustion directe.

» Les chiffres trouvés par la première méthode ont toujours été un peu forts; la combustion du carbone obtenu après l'attaque du chlore laissait un résidu de 2 à 3 pour 100.

» Les chiffres obtenus par ce procédé sont les suivants :

Carbure A.	1.	2.	3.	4.
Résidu après chlore puis calcination dans l'hydrogène	12,062	13,009	11,781	10,475
Résidu après combustion dans l'oxygène	2,670	3,036	2,382	1,550
Carbone brûlé (par diff.).	9,392	9,973	9,399	8,925

» En employant la deuxième méthode, le carbure brûle facilement et d'une façon complète en donnant de l'oxyde vert d'uranium et de l'acide carbonique. Ce procédé a l'avantage de donner sur le même échantillon la teneur en uranium.

» L'acide carbonique recueilli dans la potasse et pesé a donné :

Carbure A.	1.	2.	Carbure B.
Carbure total..........	8,67	9,02	8,38

» *Dosage du carbone combiné et du graphite.* — Le carbone combiné a été dosé par différence en retranchant le poids du graphite de celui du carbone total.

» Le graphite a été analysé :

» 1° Par attaque du carbone provenant du traitement au chlore, au moyen de l'acide azotique bouillant et pesé sur filtre taré :

	Carbure A.	Carbure C.		
Graphite.............	1,3	1,1	1,2	1,08

» 2° Le carbure a été attaqué par l'acide chlorhydrique étendu bouillant, et le graphite recueilli sur un filtre taré ou sur du coton de verre. Dans ce dernier cas, il a été brûlé et pesé à l'état d'acide carbonique.

	Carbure A.	Carbure B.
Graphite (sur filtre taré)..........	1,6	»
Graphite (par combustion)........	1,58	1,6

» *Dosage de l'uranium.* — La méthode de précipitation de l'uranium par l'ammoniaque a fourni des chiffres un peu faibles; les meilleurs résultats ont été obtenus en brûlant directement le carbone dans l'oxygène et en pesant le résidu après calcination dans un courant d'hydrogène.

	Carbure A. I.	Carbure A. II.	Carbure B.	Carbure C.
Uranium pour 100........	90,3	91,1	91,3	91,13

» *Dosage de l'azote.* — Les échantillons de carbures préparés au four électrique renfermaient tous une petite quantité d'azote facile à déceler au moyen de la potasse fondue. Cet azote a été dosé en volume par la méthode de Dumas.

Azote pour 100.................. 0,4 à 0,2

» *Calcium.* — Quelques échantillons, lorsque la chauffe a été trop prolongée, contenaient de 0,1 à 0,2 de calcium. Il est vraisemblable que c'est à ce calcium combiné à du carbone que nous devons le dégagement d'acétylène.

» En tenant compte du graphite et de l'azote, on obtient comme rapport entre les quantités de carbone combiné et d'uranium les nombres suivants :

	A_1.	A_2.	A_3.	Théorie.
Carbone combiné...............	7,6	7,5	6,9	6,97
Uranium......................	92,4	92,5	93,1	93,02

» Ce qui correspond à la formule C^3Ur^2 pour $Ur = 240$ et C^3Ur^4 pour $Ur = 120$.

» *Conclusions.* — En résumé, l'uranium chauffé au four électrique, en présence d'un excès de carbone, fournit un carbure défini et cristallisé de formule C^3Ur^2.

» Ce nouveau corps se décompose au contact de l'eau froide et donne environ le tiers de son carbone sous forme d'un carbure gazeux riche en méthane. L'autre partie du carbone produit un mélange de carbures liquides et solides et de matières bitumineuses. Il est vraisemblable que cette décomposition complexe tient à des phénomènes de polymérisation, analogues à ceux que M. Berthelot a décrits dans ses recherches sur la décomposition pyrogénée des carbures d'hydrogène.

» La présence de l'hydrogène dans le mélange gazeux peut être due, d'un autre côté, à l'action secondaire d'un oxyde d'uranium hydraté qui doit être un puissant réducteur. Peligot a démontré autrefois, en effet, que le protoxyde d'uranium anhydre était très avide d'oxygène puisqu'il était pyrophorique, et qu'il existait un sous-oxyde qui avait la propriété de décomposer l'eau.

» On voit donc par ces expériences que la décomposition de certains

carbures par l'eau froide peut être assez complexe. Cette réaction nous a semblé d'autant plus curieuse qu'elle permet d'obtenir les carbures d'hydrogène gazeux, liquides et solides, points de départ des composés organiques, par la simple action de l'eau à la température ordinaire sur un carbure métallique. »

MÉDECINE. — *Action des courants à haute fréquence sur les toxines bactériennes*. Note de MM. **d'Arsonval** et **Charrin**.

« Nous avons précédemment étudié l'action des diverses modalités de l'énergie électrique sur les microbes, nous avons poursuivi depuis cette étude en l'étendant aux toxines sécrétées par ces microrganismes. Cette Note a pour but de faire connaître les résultats auxquels nous sommes déjà arrivés dans cette voie nouvelle.

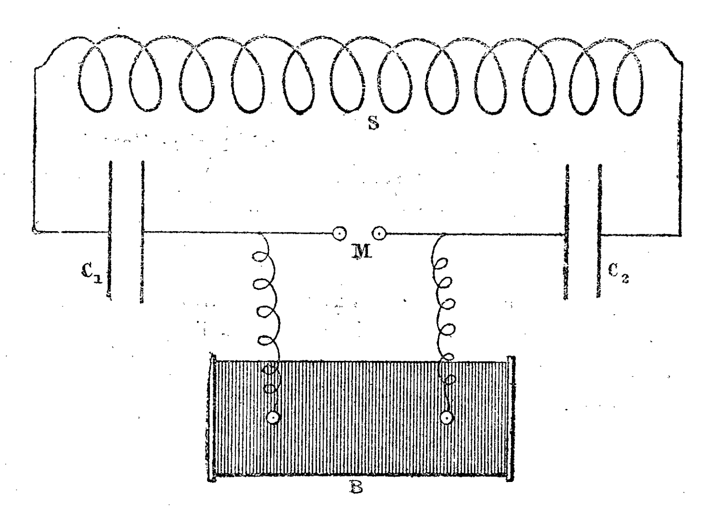
» Quelques essais ont été tentés dans le même sens, notamment par MM. Smirnoff et Kruger. Ces auteurs se sont bornés à employer une seule modalité électrique : *le courant continu*. Cette forme particulière de l'énergie électrique se prête très mal à une étude de la question, parce que le passage du courant continu à travers un liquide contenant des toxines bactériennes se complique forcément de phénomènes d'ordre chimique.

» Indépendamment des produits *polaires* de l'électrolyse, il y a dans l'espace interpolaire toute une série de décompositions et de combinaisons chimiques qu'engendre le transport des ions. Il est donc impossible, avec le courant continu, de faire la part qui revient exclusivement à l'électricité dans les phénomènes observés.

» Des expériences préliminaires que nous ne rapporterons pas ici, faites, d'une part, avec le courant continu et, d'autre part, avec le courant induit direct ou l'extra-courant d'une bobine, nous ont montré que les modifications imprimées aux toxines n'étaient nullement en rapport avec la *quantité* d'électricité les ayant traversées. Avec des courants induits, *toujours dirigés dans le même sens,* et s'accompagnant par conséquent d'électrolyse, le passage de 7 coulombs a produit des modifications plus profondes que celui de 78 coulombs provenant du courant continu. Cette expérience nous a donc clairement montré que l'ébranlement moléculaire produit par les décharges électriques provenant de la bobine était un agent modificateur infiniment plus actif que l'électrolyse.

» Pour éliminer toute action d'ordre électrolytique, c'est-à-dire d'ordre chimique, nous avons en conséquence été conduits à adopter la modalité électrique qui produit les ébranlements les plus rapides que l'on connaisse : *les courants alternatifs à haute fréquence*. Le dispositif employé est celui que M. d'Arsonval a signalé antérieurement à l'Académie dans une Note en date du 3 juillet 1893.

» L'appareil se compose, en principe, d'un transformateur B, à haut potentiel et basse fréquence, dont le secondaire est relié aux armatures intérieures de deux condensateurs C_1, C_2, reliés eux-mêmes à un déchargeur



à boules M. Les armatures extérieures de ces condensateurs sont reliées en cascade par un solénoïde S. Des extrémités du solénoïde partent deux fils de platine, qui amènent le courant à haute fréquence à un tube en U, en verre, qui contient la toxine. Ce tube est plongé lui-même dans un vase contenant de l'eau glacée, qui empêche tout échauffement du liquide pendant le passage du courant. La fréquence est, comme on le sait, fonction de la capacité conjuguée des condensateurs C_1, C_2 et de la self-induction du solénoïde S. Dans les expériences rapportées ci-dessous, la fréquence, calculée d'après la formule de Thomson, est de 225 000 oscillations par seconde.

» L'intensité *efficace* du courant traversant la toxine, mesurée au moyen d'un galvanomètre spécial [1], était de 0,75 ampères; et la densité *moyenne* du courant de 250 milliampères par centimètre carré. Ces chiffres ne don-

---

[1] Voir ma Note à l'Académie en date du 15 juillet 1895. D'ARSONVAL.)

nent que l'intensité *efficace* du courant; quant à l'intensité *initiale*, elle est infiniment supérieure et dépasse certainement 50 ampères.

» L'électricité passe donc à travers la toxine par *pulsations alternatives* extrêmement rapides et extrêmement intenses. Il est dès lors facile de comprendre de quelle puissance est ce branle-bas *totius substantiæ* imprimé la toxine.

» Voici le résultat de quelques-unes de nos expériences :

» *Expérience I.* — Nous avons soumis au courant de haute fréquence, pendant un quart d'heure, une toxine diphtéritique très active. Nous en avons injecté 2^{cc},5 à trois cobayes, et la même dose, *avant électrisation*, à trois cobayes témoins. Le résultat a été des plus nets : les trois témoins sont morts en vingt, vingt-cinq et vingt-six heures. Des trois cobayes ayant reçu la toxine électrisée, un a survécu durant trois jours; les deux autres sont vivants à la date du 10 février, soit douze jours après.

» Trois autres cobayes ayant reçu 2^{cc},5 de la même toxine électrisée étaient survivants sept jours après l'injection et ont servi à l'expérience n° III.

» En somme, les trois témoins sont morts rapidement et, des six animaux injectés avec la toxine électrisée, un seul est mort trois jours après l'injection seulement. L'atténuation de la toxine diphtéritique par la haute fréquence est donc évidente.

» *Expérience II.* — Mêmes expériences avec la toxine pyocyanique injectée à la dose de 3^{cc}. Le témoin est mort trente-six heures après l'injection. Tous les cobayes (au nombre de quatre) injectés avec la même dose de toxine pyocyanique électrisée ont survécu.

» Il est donc très nettement démontré que ces toxines sont profondément atténuées par les courants à haute fréquence. Ce fait est important, en ce sens qu'on peut espérer que cette atténuation pourra être faite *directement dans l'organisme malade*. Cette possibilité résulte de ce fait, mis en évidence par M. d'Arsonval, à savoir que le corps de l'homme peut être traversé par des courants de haute fréquence extrêmement puissants sans provoquer aucun phénomène douloureux ou moteur. Mais il y a plus. Non seulement ces toxines peuvent être atténuées par la haute fréquence, mais bien mieux, *après l'électrisation, elles deviennent des substances immunisantes, des vaccins*, comme le démontrent les expériences suivantes :

» *Expérience III.* — Le 3 février, on inocule 0^{cc},5 de culture diphtéritique très active à trois cobayes ayant reçu il y a sept jours 2^{cc},5 de toxine diphtéritique soumise à la haute fréquence (*Expérience I*). On inocule de même trois cobayes témoins. Le 5 février, deux témoins succombent; le troisième témoin meurt le 6 février. Le 7, un des trois cobayes vaccinés meurt également. Quant aux deux autres cobayes ils sont actuellement bien portants (10 février), sept jours après l'injection.

» Il est juste de remarquer que ces animaux ont été inoculés unique-

ment dans le but de juger de l'atténuation des toxines électrisées et non dans celui de vacciner ces animaux. Si nous avions, suivant la règle adoptée en pareil cas, procédé par doses minimes d'abord, puis progressivement croissantes, nous aurions sans doute réalisé une immunité plus complète.

» *Expérience IV.* — Trois cobayes ayant reçu depuis dix jours 3^{cc} de toxine pyocyanique électrisée sont inoculés avec 2^{cc} de culture pyocyanique vivante. On inocule de même deux cobayes témoins. Les témoins meurent l'un trente-six heures, l'autre quarante-huit heures après l'injection.

» Quant aux trois animaux vaccinés ils sont actuellement vivants, huit jours après l'injection.

» La toxine pyocyanique s'atténue donc par la haute fréquence comme celle du bacille de Löffler. Cette atténuation varie évidemment suivant l'énergie du courant et la durée de l'électrisation. Avec le courant que nous avons employé, au bout d'un quart d'heure, la toxicité est diminuée de moitié environ.

» Quoi qu'il en soit, nous pouvons conclure de ces faits :

» 1° *Que la haute fréquence atténue les toxines bactériennes;*

» 2° *Que les toxines ainsi atténuées augmentent la résistance des animaux auxquels on les injecte.* »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application des rayons de Röntgen au diagnostic chirurgical.* Note de MM. **Lannelongue** et **Oudin**.

« La Communication que nous avons faite, il y a quinze jours, sur le même sujet, en appelait nécessairement d'autres. Il s'agit, en effet, maintenant de quitter le domaine de la main et de savoir dans quelle mesure les nouveaux rayons peuvent traverser les parties les plus épaisses du corps humain, pour montrer l'état des parties dures qui s'y trouvent. Nous avons pris la cuisse et le genou dans cette intention; c'est la première fois, croyons-nous, que la tentative était faite. Les deux sujets avaient eu d'ailleurs de longues maladies de cette région du corps, et il était intéressant de savoir si les diagnostics, qui avaient été soigneusement faits avant l'éclairage, trouveraient une confirmation éclatante.

» Le premier sujet est maintenant guéri d'une ostéo-arthrite du genou gauche, de nature tuberculeuse, ayant nécessité trois années de soins successifs soit en dehors de l'hôpital, soit à l'hôpital. Plusieurs opérations

avaient été pratiquées pour ouvrir des abcès tuberculeux communiquant avec la jointure, pour drainer le fémur, en faire le curage, en extraire des séquestres.

» La guérison aujourd'hui obtenue, le genou se présente dans les conditions suivantes, que je résume en quelques mots :

» L'extrémité inférieure du fémur est très volumineuse et tout à fait déformée. Son volume est au moins d'un tiers supérieur à celui du côté sain; les deux condyles sont réunis dans une masse unique condensée. Autour du fémur, les parties molles sont sclérosées, et les cicatrices qui s'y trouvent adhèrent à l'os.

» L'extrémité supérieure du tibia a conservé au contraire son volume normal, de telle sorte que l'épiphyse fémorale la déborde en arrière et en dedans, en arrière surtout, comme s'il y avait une véritable subluxation. La rotule se confond avec la masse fémoro-tibiale.

» Il existe une ankylose du genou dans l'extension et l'on doit se poser la question de savoir s'il n'y a pas une véritable soudure osseuse entre ces trois os. Je n'ai pas hésité à rejeter cette hypothèse pour admettre au contraire une ankylose fibreuse très serrée, principalement entre le fémur et le tibia.

» L'épreuve photographique, que je soumets à l'Académie, reproduit fidèlement les particularités précédentes. On y voit la silhouette de l'extrémité inférieure du fémur déformée et partiellement en contact avec le tibia; la partie postéro-interne déborde. Un intérêt particulier s'attache à l'interligne articulaire. Cet interligne apparaît en clair entre les os, sous la forme d'un espace vertical de moins d'un centimètre de largeur environ. Il succède à la ligne noire des os, mais non brusquement. Les limites de cet espace indiquent que les cartilages d'encroûtement ont disparu sur le fémur et sur le tibia, et qu'il n'y a qu'un intervalle de parties molles entre chaque épiphyse, intervalle élargi et homogène. Il est, selon toutes les probabilités, constitué par un tissu dense, fibreux et très serré, ainsi que cela semble résulter de l'absence de tout mouvement.

» La seconde photographie que nous présentons est celle de la cuisse d'un enfant de huit ans, qui a été atteint d'une ostéite de la diaphyse fémorale en même temps que l'épiphyse inférieure, elle aussi, était prise ainsi que l'articulation du genou. Il est aujourd'hui guéri et marche parfaitement bien. On a pris l'épreuve de la diaphyse fémorale seulement ; elle apparaît diminuée de volume, c'est-à-dire atrophiée. Il semble aussi qu'elle est moins foncée qu'elle devrait l'être, probablement parce qu'elle a subi

un certain degré de raréfaction. Son tissu compact paraît moins dense, moins épais.

» En résumé, l'examen par la nouvelle lumière n'a apporté aucun renseignement ayant passé inaperçu, mais il a été, de tous points, conforme aux indications fournies par la clinique. Chez le premier malade, il a donné la preuve de la disparition des cartilages et de la nature fibreuse de l'ankylose du genou. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Associations microbiennes et suppurations tuberculeuses;* par MM. **Lannelongue** et **Achard.**

« Les propriétés pyogènes du bacille de la tuberculose sont depuis longtemps démontrées par l'expérimentation. Néanmoins, dans la clinique humaine, un certain nombre d'auteurs semblent admettre que, dans la plupart des cas d'abcès tuberculeux, notamment dans les lésions suppuratives du squelette, des ganglions, du tissu cellulaire, la production du pus est l'œuvre de microcoques pyogènes, associés au bacille de Koch.

» En 1889, Pawlowsky (1) publia plusieurs cas de tuberculose articulaire, où le bacille de Koch était uni à des streptocoques et à des staphylocoques. Puis, au Congrès de la tuberculose, en 1891 (2), Babes insista sur la fréquence des microbes pyogènes et saprogènes dans les suppurations tuberculeuses; Verneuil et Beretta conclurent de leurs recherches que les abcès tuberculeux enflammés contiennent soit des streptocoques, soit, plus rarement, des staphylocoques, et ils émirent même l'opinion que ces microbes surajoutés pouvaient exercer une action utile, en entravant le développement du bacille de la tuberculose; Cornil déclara que le bacille de Koch ne produit de pus à lui seul que dans des cas assez rares, et que « le » plus souvent, dans les abcès froids d'origine ganglionnaire et osseuse, » il y a d'autres microbes, qui sont le plus ordinairement des staphylo- » coques, dans quelques cas des streptocoques ». En 1893, Dor (3) signala

(1) A.-D. Pawlowsly, *Sur les formes mixtes de la tuberculose des articulations* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, p. 526; 1889).

(2) V. Babes, *Sur les associations bactériennes de la tuberculose* [*Congrès pour l'étude de la tuberculose*, p. 155; 29 juillet 1891). — A. Verneuil et Beretta, *Influence des associations microbiennes sur l'évolution des abcès froids* (*Ibid.*, p. 177). — Cornil, *Sur la suppuration des lésions tuberculeuses* (*Ibid.*, p. 179)].

(3) Dor, *Présentation de pièces osseuses pathologiques expérimentales* (*Congrès français de Chirurgie*, p. 762; 8 avril 1893).

qu'il avait trouvé, dans des ganglions tuberculeux du cou, le microrganisme désigné par Passet sous le nom de *staphylococcus cereus flavus*. Pasquale ([1]), l'année suivante, publia aussi des cas d'infection streptococcique, combinée à l'infection tuberculeuse.

» La conclusion qui paraît se dégager de ces divers travaux, c'est que le bacille tuberculeux peut être associé à d'autres microbes dans les tuberculoses chirurgicales suppuratives, et que c'est particulièrement le cas lorsqu'il s'agit d'abcès froids enflammés. Mais plusieurs points restent dans l'ombre. D'abord la fréquence de ces associations microbiennes n'est pas précisée; de plus les auteurs négligent presque toujours de faire une distinction dont l'intérêt est pourtant capital et de mettre à part les cas dans lesquels les foyers tuberculeux dont ils ont examiné le contenu avaient subi déjà le contact de l'air, à la suite d'une ouverture spontanée ou opératoire. Il n'est d'ailleurs pas douteux qu'un certain nombre de faits visés par les recherches précédentes se rapportent à des lésions mises en communication avec l'extérieur; les cas de Pawlowsky notamment paraissent se rapporter tous à des tuberculoses ouvertes et fistuleuses.

» C'est ce qui nous a déterminés à entreprendre une nouvelle série de recherches, en distinguant les foyers ouverts des foyers fermés et en faisant la part, dans les foyers fermés, de ceux qui évoluent avec des phénomènes d'acuité.

» Dans 51 cas où le diagnostic clinique de tuberculose ne pouvait être discuté, les ensemencements ont été négatifs, bien qu'ils eussent été faits largement avec plusieurs gouttes de pus, sur les milieux ordinaires, quelquefois même à l'abri de l'air, en vue de la présence possible de germes anaérobies. Sur ces 51 cas, 14 fois la nature tuberculeuse des lésions a été vérifiée par l'inoculation au cobaye, et deux autres fois les sujets ont présenté les phénomènes de réaction sous l'influence de l'injection sous-cutanée de la tuberculine de Koch. Quant aux signes d'acuité, ils existaient 8 fois sur ces 51 suppurations dont le pus n'est pas cultivable.

» Les faits dans lesquels des micrococques pyogènes ont été rencontrés sont bien moins nombreux : il y en a 6, dont deux vérifiés par l'inoculation.

» Dans tous ces cas, on notait des phénomènes d'acuité. Le microbe associé était quatre fois le staphylocoque doré, 2 fois le streptocoque.

» Tous les cas précédents se rapportent à des foyers fermés. Les foyers

---

([1]) A. Pasquale, *Les streptocoques dans l'infection tuberculeuse* (*Congrès de Rome*).

tuberculeux ouverts, c'est-à-dire fistuleux ou ayant subi des opérations antérieures, nous ont constamment donné des cultures de microbes pyogènes associés : 2 fois le staphylocoque doré, 2 fois le streptocoque, 1 fois ces deux microbes et un bacille saprophyte. Ajoutons que dans l'un de ces cas, qui avait été traité par la méthode sclérogène, l'inoculation du pus au cobaye provoqua un abcès; mais, lorsqu'on tua l'animal au bout de 96 jours, on ne trouva aucune lésion tuberculeuse.

» Voici le relevé de ces diverses catégories de cas :

I. — Suppurations tuberculeuses; foyers fermés; pus non cultivable = 51 cas.

A. — *Diagnostic clinique de tuberculose* = 35 *cas.*

Lésions du squelette.	Sternum et côtes	2 cas	
	Mal de Pott	3	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Bassin	1	
	Coxalgie	1	
	Fémur	5	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Genou	1	
	Tibia	2	
	Cou-de-pied	1	(dont 1 à évolution aiguë)
	Pied	1	
	Coude	1	
	Radius	1	
	Poignet	1	
	Main	2	
Lésions des parties molles.	Tête	2	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Paroi abdominale	1	
	Phlegmon de l'ombilic (péritonite tuberculeuse)	2	
	Gommes sous-cutanées	2	(dont 1 avec abcès enflammé)
	Ganglions du cou	5	(dont 2 avec abcès enflammé)
		35	(dont 7 avec des signes d'acuité)

B. — *Tuberculose vérifiée par l'inoculation au cobaye* = 14 *cas.*

Coxalgie	2 cas	
Fémur	1	
Tibia	2	
Os du pied	1	
Côtes	1	
Ganglions	5	(dont 1 à évolution aiguë)
Tuberculose d'un sac herniaire	1	
	14	(dont 1 avec des signes d'acuité)

C. — *Tuberculose avec réaction à la tuberculine de Koch* = 2 *cas*.

Coxalgie..........	1 cas
Genou............	1
	2

II. — Suppurations tuberculeuses; foyers fermés; associations microbiennes = 6 cas.

A. — *Diagnostic clinique de tuberculose* = 4 *cas*.

Genou..................	1 cas	avec abcès enflammé	Staphylocoque doré
	1	à marche rapide	Streptocoque
Gomme tuberculeuse	2	avec inflammation	Staphylocoque doré
	4	avec des signes d'acuité	

B. — *Tuberculose vérifiée par l'inoculation au cobaye* = 2 *cas*.

Côte.....	1 cas	avec inflammation	Staphylocoque doré
Fémur...	1	à marche rapide	Streptocoque
	2	avec des signes d'acuité	

III. — Suppurations tuberculeuses; foyers ouverts = 5 cas.

Genou.....................	2 cas	Streptocoque
	1	Staphylocoque doré
Coxalgie.....................	1	Staphylocoque doré
Gomme tuberculeuse.........	1	Staphylocoque doré, streptocoque, bacille
	5	

» En somme, dans les faits que nous avons étudiés, l'association de microbes pyogènes au bacille tuberculeux a été la règle dans les foyers ouverts (5 fois sur 5); elle a été au contraire l'exception dans les foyers fermés (6 fois sur 57) et a toujours coïncidé en pareil cas avec des phénomènes d'acuité; mais ces derniers phénomènes n'impliquent pas toujours la présence de microbes pyogènes surajoutés, puisqu'ils existaient dans quelques cas (8 fois) où le pus n'était point cultivable.

» Il est à remarquer que le débat que nous soulevons ici s'est produit dans des termes presque identiques à propos de la tuberculose pulmonaire. Un certain nombre d'auteurs ont admis que dans cette affection les accidents fébriles et les lésions pneumoniques et broncho-pneumoniques relevaient constamment de microbes surajoutés au bacille de Koch. Or les recherches récentes de M. Straus ont établi que les associations microbiennes peuvent faire défaut, et que le bacille tuberculeux possède à lui

seul le pouvoir de provoquer des symptômes fébriles et des lésions aiguës. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure du mont Joly, près Saint-Gervais (Haute-Savoie).* Note de MM. **Marcel Bertrand** et **Étienne Ritter**.

« Des courses communes entreprises cette année pour raccorder les observations faites dans les différentes parties de la feuille d'Albertville [1] nous ont permis de reconnaître dans le mont Joly, la montagne bien connue qui domine les bains de Saint-Gervais, une structure très intéressante et tout à fait inattendue. Cette montagne, formée du côté de Saint-Gervais, sur plus de 1000^m de hauteur, par une succession interminable de schistes noirs presque horizontaux, attribués au Lias, avait toujours passé pour une sorte d'îlot privilégié sur lequel les plissements n'avaient pas eu prise, et qui, grâce sans doute à la résistance de son substratum cristallin, avait échappé aux actions violentes qui bouleversaient les terrains voisins. D'après cette manière de voir, qui n'avait même pas semblé discutable aux nombreux observateurs qui nous ont précédés, le Lias du mont Joly nous offrirait la suite de ses diverses assises dans l'ordre même et à la place où elles se sont déposées. Or il se trouve au contraire que le mont Joly est précisément la région où les efforts et les déplacements de couches ont été poussés le plus loin; l'allure en apparence si tranquille de la montagne n'est qu'une illusion, due à cette sorte de « réarrangement des bancs » que l'un de nous a plusieurs fois signalée comme un des effets les plus curieux des plis couchés; au lieu d'une succession régulière, le mont Joly présente un véritable empilement de plis rabattus jusqu'à l'horizontale; dans une première étude, nous en avons compté jusqu'à quatre, c'est-à-dire qu'une même couche se retrouve jusqu'à six et sept fois à différents niveaux.

» Ce qui augmente encore l'intérêt de cette structure, c'est que, pour chacun de ces plis couchés superposés, on peut observer sans discontinuité le rattachement à *la partie droite* du pli; on peut suivre, en quelque sorte, chaque couche à partir du point où elle se dresse verticalement jusqu'à celui où elle s'étale et se déroule en une longue boucle horizontale. Toute part d'interprétation se trouve ainsi supprimée.

---

(1) M. Ritter a étudié les bandes cristallines avec leur bordure sédimentaire, et M. Bertrand la partie comprise entre ces bandes et l'Isère.

» La série des massifs cristallins (massif des Enclaves, massif de Mirantin, massif du Grand-Mont) qui s'échelonnent au sud et à l'est de Beaufort est formée par une série de plis presque verticaux, légèrement inclinés vers l'ouest (voir la coupe); chacun d'eux présente en son centre des terrains cristallins, flanqués de part et d'autre de Houiller, de quartzites et cargneules du Trias, et quelquefois de Lias; l'une ou l'autre de ces assises est souvent amincie ou a même disparu par étirement. Tous ces plis se dirigent, en se serrant et se rapprochant de plus en plus, vers le col du mont Joly, tandis que les plis parallèles, situés plus à l'ouest, s'écartent du premier faisceau dans une direction nord-sud : le mont Joly s'élève précisément dans l'angle ouvert entre les deux faisceaux.

» En même temps que les plis s'écartent ainsi, ils s'abaissent en profondeur; le noyau, formé primitivement de terrains cristallins, ne montre plus en son centre, d'abord que le Houiller, puis plus loin que les quartzites ou même les cargneules du Trias. Au col du mont Joly, on a ainsi une alternance plusieurs fois répétée de Trias et de Lias; cette alternance n'avait pas été aperçue par Alphonse Favre, qui signale le col du mont Joly comme un point favorable pour y mesurer l'épaisseur de l'étage triasique.

» A partir de ce point, le Trias, facile à suivre même dans les prés gazonnés, marque les affleurements des têtes d'anticlinaux. Or, des cinq têtes d'anticlinaux qui affleurent ainsi près du col, deux continuent en ligne droite vers les Contamines et Saint-Gervais; les trois autres, au contraire, se détournent pour suivre à peu près trois courbes de niveau le long des flancs du mont Joly. Ces trois plis se couchent donc horizontalement, et si les deux autres semblent n'en pas faire autant, c'est que la partie correspondante en a été dénudée. Un lambeau appartenant à l'un d'eux semble pourtant avoir échappé et forme chapeau au sommet même du mont Joly.

» La coupe ci-jointe (*fig.* 1) résume les observations que nous venons de décrire; elle se compose en réalité [1] de deux coupes parallèles, l'une prise au sud dans la partie où les plis ne sont pas encore couchés, l'autre le long des crêtes du mont Joly, c'est-à-dire dans la partie où les plis laissent affleurer leur extrémité horizontale [2]. Ces deux parties sont

---

(1) Cette coupe n'est qu'une coupe un peu schématique. M. Ritter a déjà commencé et continuera l'an prochain les courses nécessaires pour en relever tous les détails et pour l'étendre à tout le massif.

(2) Cette dernière partie n'est pas tout à fait normale à la direction des plis; la longueur apparente du déroulement est ainsi un peu augmentée. Mais nous avons dû nous résigner à cet inconvénient, pour faciliter le raccordement entre les deux coupes superposées et pour ne pas sortir des parties déjà observées.

superposées, et raccordées en pointillé par le dessin des mêmes couches, tel qu'il est visible au col du mont Joly. On obtient ainsi une même coupe

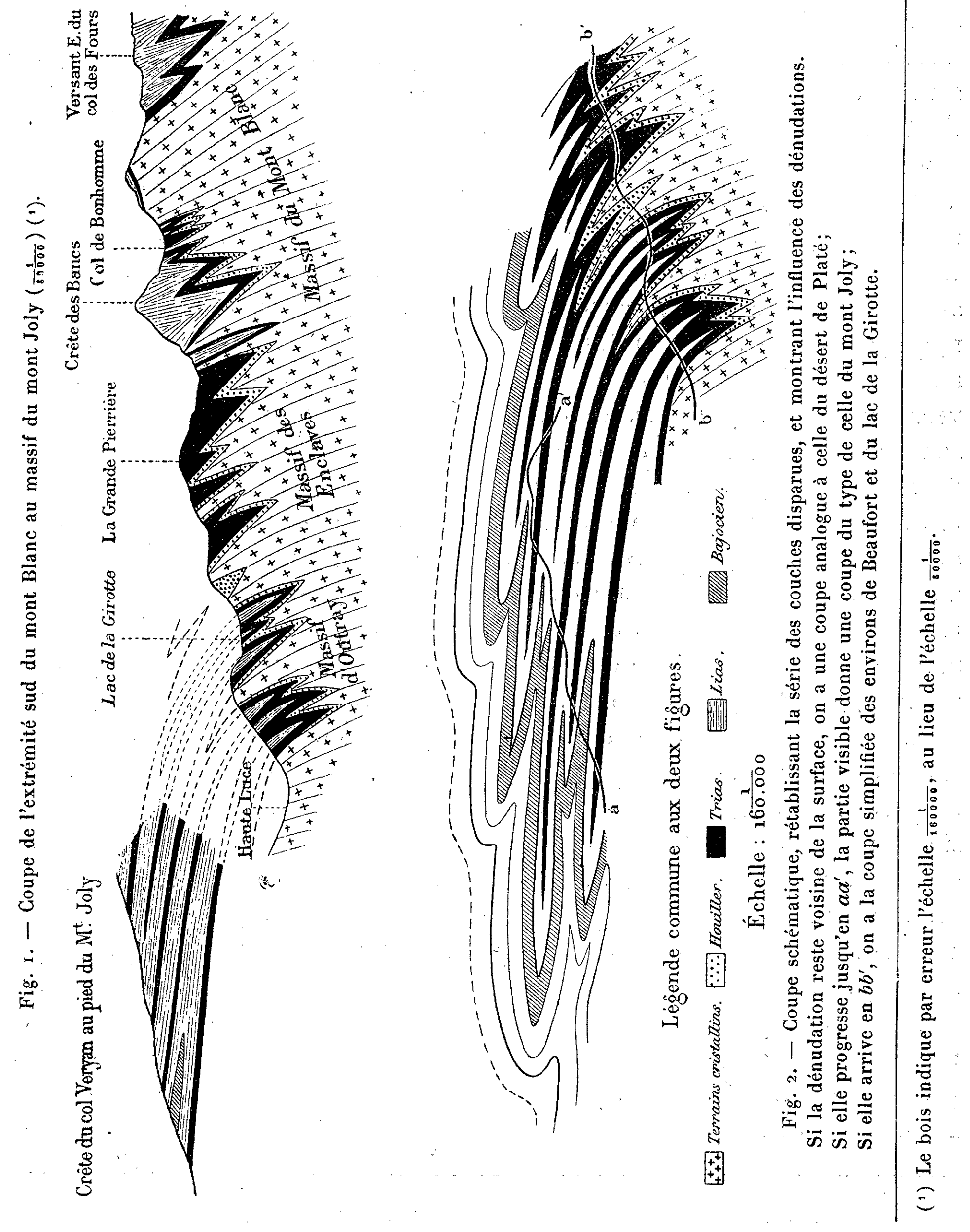


Fig. 1. — Coupe de l'extrémité sud du mont Blanc au massif du mont Joly ($\frac{1}{80000}$) (¹).

Fig. 2. — Coupe schématique, rétablissant la série des couches disparues, et montrant l'influence des dénudations.
Si la dénudation reste voisine de la surface, on a une coupe analogue à celle du désert de Platé;
Si elle progresse jusqu'en aa', la partie visible donne une coupe du type de celle du mont Joly;
Si elle arrive en bb', on a la coupe simplifiée des environs de Beaufort et du lac de la Girotte.

qui, en réunissant sur un même plan ce qui est visible au sud dans la partie très dénudée et ce qui est visible au nord dans la partie moins dénudée,

(¹) Le bois indique par erreur l'échelle $\frac{1}{160000}$, au lieu de l'échelle $\frac{1}{80000}$.

permet d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble du phénomène. Nous avons prolongé la coupe à l'est jusqu'à l'extrémité du mont Blanc (col du Bonhomme), d'abord pour la rattacher géographiquement à une région connue de tous, et ensuite pour montrer la pénétration bien visible des terrains cristallins (souvent en bandes de quelques mètres à peine d'épaisseur) dans le noyau de chacun des plis, étonnamment serrés, qui forment l'extrémité du massif du mont Blanc.

» On n'a pas encore, croyons-nous, signalé d'exemple aussi net de série de plis couchés, distincts et superposés. En effet, si l'on y réfléchit, on comprend qu'une pareille superposition, pour être visible, exige des conditions toutes particulières : dans le cas où rien n'a protégé le sol contre les agents de dénudation, partout même où celle-ci a atteint sa valeur moyenne, la partie horizontale des plis a disparu ; c'est ce qui a lieu plus au sud. Si un affaissement local a atténué l'action des dénudations, il arrivera, au contraire, que les plis resteront masqués en profondeur, qu'un seul sera visible, ou même que rien ne décèlera leur existence; c'est ce dernier cas qui se trouve probablement réalisé plus au nord, de l'autre côté l'Arve, dans le massif de Platé : en face du faisceau de plis couchés du mont Joly les coupes de M. Haug ne montrent plus qu'une série unique de couches horizontales, couronnée par une large table d'Éocène, faiblement ondulée, qui s'abaisse lentement vers l'ouest par une série de plis relativement peu importants, comme celui de la cascade d'Arpenaz. Plus au nord, la même bande de terrain se relève et la dénudation a alors fait apparaître le grand pli de la Dent-du-Midi, si bien étudié par M. Schardt. Entre ces deux S gigantesques (simples ou doubles) que montrent ainsi, de part et d'autre, la Dent-du-Midi et le mont Joly, les boucles de plusieurs kilomètres de développement horizontal sembleraient donc se réduire à des sinuosités insignifiantes; il y aurait là une discontinuité flagrante, et, on peut le dire, inadmissible, dans la propagation d'un même phénomène. Il paraît plus naturel de supposer, comme le montre la *fig.* 2, que ces apparences différentes sont dues à l'état plus ou moins avancé des dénudations; les boucles continueraieut bien dans l'intervalle, mais elles resteraient masquées en profondeur, et ce que peuvent en montrer les profondes vallées transversales, comme celle de l'Arve (¹) ou celle du Fer-à-Cheval, est difficile à apercevoir et encore plus à interpréter, par

(¹) La coupe de la vallée de l'Arve, telle que l'a donnée M. Haug, semble bien clairement, quoique l'auteur l'ait interprétée autrement, montrer la continuation des mêmes phénomènes.

suite de l'isolement de ces parties. Mais, qu'on suppose rétablis, au-dessous et à côté des assises bajociennes du mont Joly, les 1000^m ou 1500^m de terrains plus récents qui y ont certainement existé ([1]), on verra que les échancrures des plis successifs iront progressivement en se remplissant et en s'atténuant, de sorte que le contour des dernières couches donnera précisément un dessin analogue à celui qu'on observe à Platé.

» La coupe du mont Joly a donc une grande importance pour l'interprétation des régions voisines; elle pourra aussi servir au moins d'argument indirect dans la discussion, toujours ouverte, de l'origine des *Klippen*, spécialement pour la plus voisine, celle de la montagne de Sullens. Mais, ce qu'il faut surtout en retenir, c'est que l'état *actuel* des Alpes ne peut nous donner qu'une idée prodigieusement affaiblie des déplacements horizontaux qui en ont accompagné la formation; presque partout, sans doute, pour se figurer l'état et la forme des plis avant les dénudations, ce n'est pas *au-dessus* du noyau conservé, et à une plus grande hauteur qu'il faudrait en chercher la continuation; c'est *en avant* de ce noyau, c'est-à-dire vers l'extérieur de la chaîne, et sous forme de grandes boucles horizontales, emboîtées les unes dans les autres, et atténuant ainsi, de plus en plus, leurs sinuosités concentriques. Les grands plis couchés n'apparaissent, au moins avec tout leur développement, que quand la dénudation les a suffisamment entamés, et ils disparaissent quand la dénudation progresse davantage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la campholide, produit de réduction de l'anhydride camphorique*. Note de M. **A. Haller**.

« Plusieurs tentatives ont été faites en vue de réduire l'acide camphorique, soit par l'amalgame de sodium, soit par le zinc et l'acide acétique; elles ont toutes échoué. MM. Hasselhalle et Winzer ([2]) ont de leur côté essayé, sans succès, de réduire l'anhydride camphorique, au moyen du zinc

([1]) Le problème, il est vrai, n'est pas rigoureusement déterminé; le profil obtenu varierait suivant la nature des déformations et des étirements admis pour chaque couche; mais il est naturel de supposer que les efforts ont été en s'atténuant près de l'ancienne surface du sol; il est nécessaire alors que chacune des couches successives entre de moins en moins profondément dans les anfractuosités trop étroites ouvertes entre les replis des couches plus anciennes.

([2]) *Annalen der Chemie*, t. CCXLIII, p. 251.

et de l'acide acétique cristallisable. Nous-même avions fait des essais avec les réducteurs les plus variés sur l'acide camphorique, avant d'entreprendre ceux qui font l'objet de cette Note.

» Par leur fonction, l'acide et l'anhydride camphorique se rapprochent, dans une certaine mesure, des acides et anhydrides orthophtalique et succinique, et jusque dans ces dernières années la plupart des auteurs leur attribuaient une constitution qui fût en harmonie avec ces analogies. Nous verrons dans la suite qu'un certain nombre de faits militent en faveur d'une hypothèse qui rattache cet acide au groupe glutarique.

» *Campholide* $C^{10}H^{16}O^2$. — Ce corps prend naissance quand on réduit, par de l'amalgame de sodium à 5 pour 100, une solution alcoolique d'anhydride camphorique, maintenue acide au moyen de l'acide sulfurique étendu. La réduction peut se faire au sein de l'alcool méthylique ou de l'alcool éthylique, à froid ou à chaud. Dans le premier cas, elle exige plusieurs semaines; dans le second, elle peut se faire en quelques jours. Il importe que, pendant toute la durée de la réduction, la liqueur soit acide, l'amalgame de sodium donnant, en solution neutre, de l'alcoolate de sodium qui convertit l'anhydride camphorique en sel de soude de l'éther acide.

» On essore de temps à autre, pour séparer le sulfate de soude et pour s'assurer que tout l'anhydride est transformé; puis, vers la fin de l'opération, on laisse la réduction se terminer sans addition d'acide, de façon que le liquide soit manifestement alcalin.

» Cette précaution a pour but de fixer la campholide sous la forme de sel de soude et d'empêcher qu'elle ne soit entraînée par les vapeurs d'alcool

$$C^8H^{14}\begin{cases}CH^2\\CO\end{cases}O + NaHO = C^8H^{14}\begin{cases}CH^2OH\\COONa.\end{cases}$$

» On filtre une dernière fois, on distille l'alcool et l'on traite le résidu, fortement alcalin, par de l'eau.

» Quand la réduction s'est bien effectuée, il arrive que cette addition d'eau détermine la précipitation d'une huile qu'on recueille, qu'on lave avec du carbonate de soude et qu'on dissout dans l'éther. L'évaporation du solvant fournit un corps huileux, au sein duquel se déposent des cristaux pennés, qui sont essorés et purifiés par cristallisation dans l'éther.

» Dans la plupart des cas, le résidu alcalin obtenu par distillation de l'alcool ne précipite pas par l'eau. On le traite alors par un acide, qui précipite la campholide en même temps que l'éther camphorique acide. On enlève ces produits avec de l'éther et l'on agite la solution éthérée avec du carbonate de soude, pour enlever la totalité du camphorate acide d'éthyle ou de méthyle. Après décantation, on obtient, par évaporation de la liqueur éthérée, la même huile que plus haut, au sein de laquelle se déposent des cristaux blancs de campholide.

» Le faible rendement (1 à 4 pour 100 de l'anhydride employée) nous

a fait craindre que la formation de la campholide ne fût due à une impureté de l'anhydride employée. Avant de la soumettre à la réduction, celle-ci fut, au préalable, purifiée par une série de cristallisations dans le benzène jusqu'à point de fusion constant, de 216°.

» La formation de la campholide n'est également pas due à l'action réductrice de l'amalgame de sodium sur les camphorates acides de méthyle et d'éthyle qui prennent naissance dans la réaction. Des essais directs, faits sur ces éthers purs et cristallisés, n'ont pas fourni trace de campholide.

» Enfin, pour éviter l'action éthérifiante de l'acide sulfurique en présence de l'alcool, nous avons tenté de réduire une solution alcoolique d'anhydride camphorique au moyen de l'amalgame d'aluminium. Soit que l'amalgame employé ne fût pas assez riche en aluminium, soit que nous n'ayons pas opéré sur des quantités assez considérables, l'essai ne donna que de petites quantités d'huile au sein de laquelle se sont déposés quelques cristaux ayant l'apparence de ceux de la campholide.

» Nous nous proposons, d'ailleurs, pour nous procurer une plus grande quantité de cette lactone, d'opérer la réduction du chlorure de camphoryle.

» *Propriétés.* — La campholide se présente sous la forme de cristaux blancs très ténus, ayant l'aspect de fougères, et possédant une odeur manifestement camphrée. Sa saveur est chaude, brûlante et rappelle à la fois celle du camphre et du bornéol. Elle est un peu soluble dans l'eau et se dissout en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, le benzène, l'éther de pétrole et la plupart des solvants organiques.

» Elle fond à 210° (211° corr.) et se sublime facilement à la manière du camphre. Ses solutions sont sans action sur la lumière polarisée.

» L'analyse répond à la formule $C^{10}H^{16}O^2$ [1].

» Le *sel de potasse* s'obtient en chauffant la campholide avec une solution alcoolique de potasse, évaporant à siccité en présence du carbonate d'ammoniaque et épuisant le résidu par de l'alcool. La liqueur alcoolique, évaporée dans le vide, donne une masse hygroscopique presque neutre, mais qui s'alcalinise davantage quand on la dissout dans l'eau. La solution se trouble en outre avec mise en liberté du campholide.

» Les solutions alcalines de l'acide alcool $C^8H^{14}\begin{cases}CH^2OH\\COOH\end{cases}$ se comportent donc

---

(1) Deux déterminations hygroscopiques, au sein du benzène, d'après la méthode de M. Raoult, ont conduit aux poids moléculaires :

Trouvé.	Théorie.
161,4 et 163,9	168

comme beaucoup d'acides alcools du même genre; en particulier, comme le carbinol de l'acide triphénylméthane orthocarbonique et quelques éthers de la phénolphtaléine.

» Le *sel de cuivre* a été obtenu par double décomposition et constitue un précipité verdâtre, insoluble dans l'eau et l'alcool, mais soluble dans l'ammoniaque, d'où il cristallise lentement en petits grains durs et verdâtres répondant à la formule $(C^{10}H^{17}O^3)^2Cu$.

» *Action du permanganate de potasse sur la campholide.* — Oxydée à chaud au moyen d'une solution à 2 pour 100 de permanganate de potasse, la campholide se convertit en acide camphorique, qui a été caractérisé par sa transformation en anhydride camphorique.

» De l'ensemble de ces réactions, il est permis de conclure que la campholide présente vis-à-vis de l'anhydride camphorique les mêmes rapports que la phtalide vis-à-vis de l'anhydride phtalique.

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O,$$

Anhydride phtalique.

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\CO\end{matrix}\right\rangle O,$$

Phtalide.

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O,$$

Anhydride camphorique.

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2\\CO\end{matrix}\right\rangle O.$$

Phtalide.

» Hâtons-nous d'ajouter que ces relations n'impliquent pas que la campholide est une γ-lactone, ou olide 1,4, comme l'est la phtalide. Ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, pour un ensemble de faits connus et de raisons que nous nous proposons d'exposer prochainement, nous sommes plutôt porté à la considérer comme une olide 1,5, dérivée d'un acide dans lequel les deux groupements carboxyles sont séparés par trois atomes de carbone. Les deux formules préconisées par M. Bredt et M. Tiemann remplissent ces conditions :

$$\begin{array}{lcccl}
CH^2 & \text{———} & CH & \text{———} & COOH \quad (\alpha) \\
| & & | & & \\
| & CH^3 - & C & - CH^3 & \qquad (\beta) \\
| & & | & & \\
CH^2 & \text{———} & C & \text{———} & COOH \\
 & & | & & \\
 & & CH^3 & &
\end{array}$$

Formule de M. Bredt.

$$\begin{array}{lccl}
(CH^3)^2 - C & \text{——} & CH & - COOH \\
| & & | & \\
| & & CH^2 & \\
| & & | & \\
(CH^3)\,CH & - & CH & - COOH
\end{array}$$

Formule de M. Tiemann.

» Bien entendu, nous n'avons ici en vue que le groupement glutarique et nous sommes loin de considérer l'une ou l'autre des deux formules comme fixant définitivement la constitution de l'acide campho-

rique. Nous donnons cependant nos préférences à la formule de M. Bredt, parce qu'elle renferme un groupe carboxyle attaché à un atome de carbone, uni d'une part à CH^3 et, d'autre part, à $CH^3 - \overset{|}{C} - CH^3$. Cette constitution présente *quelque analogie* avec celle de l'acide mésitylénique dont l'éthérification est si laborieuse, comme l'ont montré les recherches de M. V. Meyer. Or on sait, depuis les recherches de M. Friedel, combien il est difficile d'éthérifier totalement l'acide camphorique dans les conditions ordinaires. On obtient toujours, en majeure partie, un éther acide, qui dans ce cas serait l'éther α.

» Outre l'intérêt que présente la campholide comme analogue de la phtalide, elle en possède un autre plus important. Quand on la chauffe à 230°-240° avec du cyanure de potassium pur et sec, on obtient environ 60 pour 100 de la quantité théorique d'*acide cyanocampholique* qui se trouve être identique, comme aspect extérieur et comme point de fusion, à l'acide décrit par M. Minguin ([1]). Or on sait que cet acide fournit par saponification de l'acide hydroxycamphocarbonique ou homocamphorique, dont le sel de plomb donne, par calcination, du camphre, comme je l'ai démontré dès 1887 ([2]). Cette expérience vient d'être répetée sur le sel de chaux par MM. Bredt et Rosenberg qui n'ont sans doute pas eu connaissance de la Conférence que je viens de signaler. Dans une prochaine Communication, nous exposerons nos nouveaux résultats et nous montrerons quelles sont les différentes étapes qui nous ont permis de passer de l'acide camphorique au camphre.

» Sous le nom de *campholide*, M. Martin Onslow Forster vient de décrire, dans le dernier fascicule du *Journal of the Chemical Society* (janvier 1896, p. 55), un composé $C^{10}H^{16}O^2$, obtenu par transposition moléculaire d'un acide α-monobromocamphrénique $C^{10}H^{15}BrO^2$ en monobromocampholide et réduction de celle-ci en campholide $C^{10}H^{16}O^2$. Ce composé diffère du nôtre par son point de fusion, qui est situé entre 176° et 177°, et par la faculté qu'il possède de fournir un alcool fondant à 179° et répondant à la formule $C^{10}H^{18}O^3$. Nous avons vu plus haut que notre campholide se lactonise aussitôt qu'elle est mise en liberté. Le corps de M. Forster n'a donc qu'une analogie de composition avec le nôtre. »

([1]) Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, p. 11; 1893.

([2]) Conférence faite à la Société chimique, le 2 juin 1887; *Revue scientifique*, octobre 1887.

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie d'une Notice : *Copernic et les découvertes géographiques de son temps,* dans laquelle il fait ressortir, au moyen de divers documents empruntés à la vie du grand astronome, d'après la publication de cartes et de planisphères qui se faisait sous ses yeux et d'après la déclaration formelle de Copernic, combien le surprenant voyage de Colomb a eu d'influence sur l'immortelle conception du système planétaire. La découverte faite sur notre globe s'est, en quelque sorte, réfléchie dans les profondeurs du Ciel.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. l'abbé **Leray** soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur quelques phénomènes d'induction électrostatique ».

L'auteur se propose de faire ressortir les analogies qui existent entre les phénomènes d'induction électrostatique et les phénomènes d'induction électrodynamique. Il décrit un certain nombre d'expériences, qu'il se propose d'ailleurs de poursuivre, et qui lui paraissent éclairer ces phénomènes d'un jour nouveau.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Herbert Spencer*, intitulé « Le principe de l'évolution, réponse à lord Salisbury ». (Extrait du *Journal des Économistes*, numéro du 5 décembre 1895). (Présenté par M. Edmond Perrier.)

NOMOGRAPHIE. — *Abaque de l'équation des marées diurnes et semi-diurnes.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« L'équation des marées diurnes et semi-diurnes peut s'écrire

$$h = \cos 2\theta + k \cos(\theta - \alpha), \tag{1}$$

où h (à un coefficient numérique près) représente la hauteur, θ l'heure

réduite en angle, k et α des paramètres qui varient avec le lieu et l'époque.

» On aura donc une représentation de la somme des ondes diurnes et semi-diurnes, pour tous les lieux et à toutes les époques, si l'on construit un abaque de l'équation (1). Comme on doit pouvoir prendre pour inconnue soit h soit θ, la seule méthode applicable, en l'espèce, est celle des *points doublement isoplèthes* [1].

» Désignant par u et v des coordonnées parallèles de droites, comptées sur deux axes parallèles Au et Bv, nous poserons [2]

$$u = \frac{h}{2}, \qquad v = k. \tag{2}$$

» L'élimination de h et k entre (1) et (2) donne

$$2u - v\cos(\theta - \alpha) - \cos 2\theta = 0, \tag{3}$$

équation qui définit un système de points doublement isoplèthes en α et θ.

» Afin de séparer les courbes (α) des courbes (θ) de ce système, rapportons le point (α, θ) au système cartésien formé par la droite AB prise pour axe des x et la parallèle à Au et Bv, menée par le milieu O de AB, prise pour axe des y. En prenant OB pour unité de longueur sur Ox, on a [3]

$$x = -\frac{2 + \cos(\theta - \alpha)}{2 - \cos(\theta - \alpha)}, \qquad y = \frac{\cos 2\theta}{2 - \cos(\theta - \alpha)}. \tag{4}$$

» L'élimination de α entre ces équations donne pour les isoplèthes (θ)

$$x\cos 2\theta + 4y - \cos 2\theta = 0. \tag{5}$$

» Ce sont des droites qui concourent au point $x = 1$, $y = 0$.

---

(1) Voir notre *Nomographie*, Chap. VI (Gauthier-Villars; 1891). La méthode des abaques hexagonaux permettrait de construire un abaque de l'équation (1), au moyen duquel, k et α étant donnés, on pourrait calculer h en fonction de θ, mais non pas θ en fonction de h, et qui ne se prêterait pas, comme celui que nous décrivons ici, à la détermination des hautes et des basses mers. En effet, sur cet abaque hexagonal, la variable θ entrerait dans *deux* des trois échelles.

(2) Il semble plus naturel de poser $u = h$, $v = k$. Mais, dans ce cas, le dénominateur des formules (4) serait remplacé par $1 - \cos(\theta - \alpha)$. Ce dénominateur s'annulant pour $\theta - \alpha = 0$, l'abaque s'étendrait jusqu'à l'infini. Le choix de la première équation (2) a donc pour but de le faire rentrer dans des limites finies. Cet artifice se trouve, pour le principe, indiqué au n° 48 de notre *Nomographie*.

(3) *Nomographie*, n° 28.

» L'élimination de θ donne pour les isoplèthes (α)

$$(6)\quad \begin{cases} (x-1)^2[(x-1)^2-4y^2]\sin^2 2\alpha \\ \quad -[8(x+1)^2-4y(x-1)\cos 2\alpha-(x-1)^2]^2=0. \end{cases}$$

» Ce sont des quartiques inscrites dans le quadrilatère formé par les droites

$$x=-3,\qquad x=-\tfrac{1}{3},\qquad x+4y-1=0,\qquad x-4y-1=0.$$

» Mais il est inutile de recourir à leur équation (6) pour les construire. Une fois les droites (θ) tracées, il suffit, pour une certaine valeur attribuée à α, de calculer, au moyen de la première formule (4), les x répondant aux diverses valeurs de θ, ce qui donne les points de la courbe (α) correspondante sur les diverses droites (θ).

» En résumé, l'abaque se composera des *points* (h) sur Au et des *points* (k) sur Bv, définis par les équations (2), des *droites* (θ) définies par l'équation (5) et des *courbes* (α) dont la construction vient d'être indiquée, et tout système de valeurs de h, k, θ, α satisfaisant à l'équation (1) sera tel que *la droite joignant le point* (h) *au point* (k) *passera par le point de rencontre de la droite* (θ) *et de la courbe* (α). On pourra ainsi obtenir l'une quelconque des quatre quantités connaissant les trois autres.

» Pour avoir les hautes et les basses mers on mènera du point (k) les tangentes à la courbe (α). Les points (h) situés sur ces tangentes feront connaître les hauteurs correspondantes et les droites (θ) passant par les points de contact, les heures.

» *Remarque.* — Si l'on se reporte à l'équation (6) on voit que les isoplèthes (α), ($\pi-\alpha$), ($\alpha+\pi$) et ($2\pi-\alpha$) coïncident dans toute leur étendue. Les courbes (α) comporteraient donc une quadruple graduation. Mais il faut remarquer que si, dans les équations (4), on remplace à la fois α par $\pi-\alpha$, $\alpha+\pi$ ou $2\pi-\alpha$, et θ par $\pi-\theta$, $\theta+\pi$ ou $2\pi-\theta$, les valeurs de x et de y ne changent pas. On peut donc se contenter de considérer les isoplèthes (α) pour les valeurs de α variant de o à $\frac{\pi}{2}$, moyennant la modification voulue dans la lecture de θ.

» L'équation (5) montre de même que les droites (θ) doivent porter une quadruple graduation (θ, $\pi-\theta$, $\theta+\pi$, $2\pi-\theta$). Puisque l'artifice proposé pour les courbes (α) suppose que θ peut varier de o à 2π, il ne saurait être question de renouveler son application pour les droites (θ). On se trouve ainsi amené à substituer à l'abaque unique dont il a été parlé jusqu'ici 4 abaques correspondant respectivement à θ variant de o à $\frac{\pi}{2}$, de $\frac{\pi}{2}$ à π, de π à $\frac{3\pi}{2}$ et de $\frac{3\pi}{2}$ à 2π. Sur chacun de ces abaques toute

courbe (α) ne figurera que pour son arc répondant aux valeurs de θ comprises entre les limites correspondantes. De cette façon se trouve supprimée l'ambiguïté provenant de la distinction à faire sur l'abaque unique entre les quatre points où la courbe (α) est rencontrée par la droite portant à la fois les quatre cotes (θ), ($\pi - \theta$), ($\theta + \pi$), ($2\pi - \theta$). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à lignes de courbure sphériques.* Note de M. E. **Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Imaginons une surface Σ_0 admettant un système de lignes de courbure sphériques et supposons cette surface rapportée à ses lignes de courbure S et S', les courbes S_1 (β = const.) étant les lignes sphériques. La représentation sphérique de cette surface ramène l'élément linéaire de la sphère de rayon 1 à la forme

$$ds^2 = A^2\, d\alpha^2 + C^2\, d\beta^2,$$

en appelant c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale à Σ_0 en un point M et posant

$$A^2 = S\left(\frac{\partial c}{\partial \alpha}\right)^2, \qquad C^2 = S\left(\frac{\partial c}{\partial \beta}\right)^2, \qquad S\,\frac{\partial c}{\partial \alpha}\,\frac{\partial c}{\partial \beta} = 0.$$

» Appelons encore ρ et ρ' les rayons de courbure principaux de la surface Σ_0 au point M. On peut démontrer la proposition suivante :

» I. *Lorsque le point* M *décrit une ligne de première courbure sphérique* S, *le rayon de seconde courbure* ρ' *varie proportionnellement à la distance du centre de seconde courbure à un plan* P *variable seulement avec* S.

» Cette remarque entraîne pour la surface Σ_0 une autre propriété qui s'énonce ainsi :

» II. *Lorsque le point* M *décrit une ligne de première courbure sphérique* S, *le centre de seconde courbure se déplace sur une surface du second degré de révolution circonscrite à une sphère qui est elle-même inscrite dans la développable normale à* Σ_0 *suivant* S.

» Cette seconde proposition comporte comme cas particuliers des propriétés déjà étudiées par différents auteurs sur certaines catégories de surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques.

» On en déduit aussi que, si les lignes S sont algébriques, il en est de même pour les courbes lieux des centres de seconde courbure.

» L'étude de la propriété (I) conduit à vérifier que le réseau sphérique

correspondant aux lignes de courbure satisfait à une équation de la forme

$$(1) \qquad b(\beta)c + b_1(\beta)c' + b_2(\beta)c'' + b_3(\beta) = b_4(\beta)C,$$

laquelle est susceptible d'une interprétation géométrique relativement au réseau tracé sur la sphère de rayon 1.

» Réciproquement, on peut établir que toutes les surfaces admettant pour représentation sphérique un réseau qui vérifie la relation (1) possèdent également la propriété (I) et que, parmi ces surfaces, il y en a une infinité dépendant d'une fonction arbitraire et qui admettent un système de lignes de courbure sphériques. On démontre ainsi que :

» *La propriété* (I) *convient à toutes les surfaces* Σ *ayant même représentation sphérique qu'une surface* Σ_0 *à lignes de courbure sphériques et que ces surfaces* Σ *sont les seules possédant cette propriété* (I).

» Cela conduit également à la détermination des réseaux sphériques orthogonaux qui satisfont à une relation de la forme (1). Remarquons encore que cette relation est de la forme de celles étudiées par M. Goursat (*Comptes rendus*, 27 janvier 1896). Il était alors intéressant de chercher tous les réseaux sphériques (T) qui satisfont à la fois aux relations

$$(2) \qquad a(\alpha)c + a_1(\alpha)c' + a_2(\alpha)c'' + a_3(\alpha) = a_4(\alpha)A,$$
$$(3) \qquad b(\beta)c + b_1(\beta)c' + b_2(\beta)c'' + b_3(\beta) = b_4(\beta)C,$$

où les fonctions a_i, b_i sont convenablement choisies. (On démontre que ces fonctions sont nécessairement liées par l'équation

$$ab + a_1 b_1 + a_2 b_3 - a_3 b_3 = 0.)$$

» Il existe évidemment de pareils réseaux, car la représentation sphérique des surfaces à lignes de courbure sphériques dans les deux systèmes possède cette propriété.

» Les surfaces admettant pour représentation sphérique un réseau (T) sont définies par les équations

$$(4) \qquad \begin{cases} x = X(\alpha) + X_1(\beta) + c\,[\varphi(\alpha) + \varphi_1(\beta)] + \dfrac{\psi(\alpha)}{A}\dfrac{\partial c}{\partial \alpha} + \dfrac{\psi_1(\beta)}{C}\dfrac{\partial c}{\partial \beta}, \\ y = Y(\alpha) + Y_1(\beta) + c'[\varphi(\alpha) + \varphi_1(\beta)] + \dfrac{\psi(\alpha)}{A}\dfrac{\partial c'}{\partial \alpha} + \dfrac{\psi_1(\beta)}{C}\dfrac{\partial c'}{\partial \beta}, \\ z = Z(\alpha) + Z_1(\beta) + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \end{cases}$$

où l'on a posé

$$(5)\quad \begin{cases} dX = a\psi\, d\alpha, & dY = a_1\psi\, d\alpha, \quad dZ = a_2\psi\, d\alpha, \quad d\varphi = a_3\psi\, d\alpha; \\ dX_1 = b\psi_1\, d\beta, & \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad d\varphi_1 = b_3\psi_1\, d\beta, \end{cases}$$

$\psi(\alpha)$ et $\psi_1(\beta)$ désignant des fonctions complètement arbitraires. On retrouvera des surfaces à lignes de courbure sphériques dans un système en prenant soit $\psi = 0$, soit $\psi_1 = 0$. On peut montrer que la détermination des réseaux (T) revient à la détermination de certaines catégories de surfaces à lignes de courbure planes dans un système, mais il serait trop long d'exposer cette recherche ici. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation de la formule de l'aire du triangle sphérique.* Note de M. **X. Stouff**, présentée par M. Darboux.

« La géométrie sphérique de Riemann dans un espace à n dimensions équivaut, comme on sait, à la géométrie sur une hypersphère à $n+1$ dimensions. La contenance d'un espace sphérique de Riemann à n dimensions est donc finie; nous la désignerons par Γ. Le polyèdre le plus simple T_n de cette géométrie admet $n+1$ multiplicités limites $n-1$ fois infinies M_{n-1}. Si l'on considère les sommets de ce polyèdre, et ses multiplicités limites une, deux, trois, quatre, ... dimensions, les M_{n-1} qui passent par ces multipli cités limites respectives, prolongées, déterminent dans l'espace de Riemann des régions dont nous désignerons les contenances respectives par D_0^i, D_1^j, D_3^h, D_4^k, ...

» En essayant de généraliser la formule de l'aire du triangle sphérique, on trouve deux cas à distinguer :

» 1° L'espace considéré a un nombre impair de dimensions : soit $n+1 = 2\lambda$. Aucune combinaison ne permet de trouver la contenance de T_n comme dans la Géométrie élémentaire. Il existe d'ailleurs entre les D_m, m variant de 0 à λ, un nombre de relations égal à $\frac{(2\lambda)!}{2(\lambda!)^2}$; l'une de ces relations est

$$\Gamma = \sum D_{\lambda-1} - \frac{\lambda-1}{1!}\sum D_{\lambda-2} + \frac{(\lambda+1)(\lambda-2)}{2!}\sum D_{\lambda-3} - \frac{(\lambda+1)(\lambda+2)(\lambda-3)}{3!}\sum D_{\lambda-4} + \ldots + (-1)^{\lambda-1}\frac{(\lambda+1)(\lambda+2)\ldots(2\lambda-2)}{(\lambda-1)!}\sum D_0.$$

» 2° L'espace considéré à un nombre pair de dimensions. Aucune rela-

tion de la forme précédente n'existe entre les D_m. En posant $n = 2\lambda$, on trouve que la valeur de T_n est donnée par la formule

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\Gamma = \sum D_{\lambda-1} - \frac{\lambda+1}{1!}\sum D_{\lambda-2} + \frac{(\lambda+1)(\lambda+2)}{2!}\sum D_{\lambda-3} - \ldots \\ + (-1)^{\lambda-1}\frac{(\lambda+1)(\lambda+2)\ldots(2\lambda-1)}{(\lambda-1)!}\sum D_0 \\ + T_n\left[1 - \frac{(2\lambda+1)!}{(2\lambda)!\,1!} + \frac{(2\lambda+1)!}{(2\lambda-1)!\,2!} - \ldots + \frac{(-1)^{\lambda-1}(2\lambda+1)!}{\lambda!(\lambda+1)!}\right].\end{aligned}$$

Les formules précédentes ont des applications nombreuses. Une formule de la première ou de la deuxième catégorie donne une formule applicable à l'espace euclidien correspondant en remplaçant Γ et T_n par zéro. On a ainsi la relation entre les trois angles d'un triangle, des relations entre les dièdres et les trièdres d'un tétraèdre, rectilignes.

» En considérant les formules comme appartenant à la théorie de l'hypersphère à $n+1$ dimensions; elles donnent des relations analogues à celles d'Euler pour les polyèdres à $n+1$ dimensions. Pour $\lambda = 2$, $n = 3$, ces relations sont applicables aux polyèdres réguliers de M. Stringham.

» Comparer : Durège, *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, 1881; Forchammer, *Tidschrift for Mathematik*; Simon, *Mathematische Annalen*, 1893. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Résistance des poutres droites à travées solidaires sur appuis élastiques*. Note de M. **Paul Toulon**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 9 décembre 1895), j'ai signalé, pour l'étude des poutres droites à travées solidaires égales sur appuis élastiques, un théorème entre cinq moments de flexion consécutifs près des supports, analogue au théorème connu des trois moments, lorsque les points d'appui sont invariables.

» La série récurrente symétrique

$$(1)\quad \begin{cases} X_k - (4-\alpha+2\beta)X_{k+1} \\ \quad + (6+4\alpha+4\beta+\alpha\beta)X_{k+2} - (4-\alpha+2\beta)X_{k+3} + X_{k+4} = 0 \end{cases}$$

exprime le théorème des cinq moments dans le cas le plus général.

» Dans cette équation, X_k est le moment de flexion immédiatement à droite de l'appui k.

$\alpha = \frac{ml^3}{6\varepsilon}$, $\beta = \frac{hl}{2\varepsilon}$, l étant l'ouverture commune des travées égales; m le rapport constant entre la charge d'un point d'appui et son enfoncement; h le rapport constant entre le couple de réaction d'un appui et l'inclinaison de la fibre moyenne au même point; ε le moment d'inflexibilité de la poutre.

» Lorsque, dans l'équation (1) ci-dessus, $\beta = 0$, c'est-à-dire lorsque les points d'appui sont simplement compressibles et ne donnent pas naissance à une réaction formant un couple, les moments X_k, Y_k, pris l'un immédiatement à droite, l'autre immédiatement à gauche de l'appui k, ont la même valeur; l'équation (1) devient

$$(2)\quad X_k - (4-\alpha)X_{k+1} + (6+4\alpha)X_{k+2} - (4-\alpha)X_{k+3} + X_{k+4} = 0.$$

» Je suppose que l'on détermine les moments de flexion dans quatre sections de la poutre, chacune de ces sections étant prise successivement dans quatre travées consécutives non chargées; la position de la première section est définie par les distances $q_1 l$, $r_1 l$ aux appuis de la première travée; les positions des autres sections par les distances analogues $q_2 l$, $r_2 l$, $q_3 l$, $r_3 l$, $q_4 l$, $r_4 l$.

» Il est possible de choisir les sections définies par $q_1, r_1, q_2, r_2, q_3, r_3, \ldots$, de telle sorte que l'on ait entre les moments M_1, M_2, ..., au droit de ces sections, une relation linéaire

$$(3)\qquad AM_1 + BM_2 + CM_3 + DM_4 = 0.$$

» Les quantités q_1, r_1, ... doivent alors remplir la condition exprimée par l'équation suivante :

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} & r_1 r_2 r_3 r_4 + (4-\alpha) r_1 r_2 r_3 q_4 + (6+4\alpha) r_1 r_2 q_3 q_4 \\ & \qquad + (4-\alpha) r_1 q_2 q_3 q_4 + q_1 q_2 q_3 q_4 = 0. \end{aligned} \right.$$

» En posant $\frac{q_1}{r_1} = -\rho_1$, $\frac{q_2}{r_2} = -\rho_2$, ..., cette équation peut s'écrire

$$(5)\quad \rho_1\rho_2\rho_3\rho_4 - (4-\alpha)\rho_2\rho_3\rho_4 + (6+4\alpha)\rho_3\rho_4 - (4-\alpha)\rho_4 + 1 = 0.$$

» La condition pour que l'équation (3) puisse avoir lieu est que les rapports ρ_1, ρ_2, ... soient égaux à ceux de cinq quantités successives liées entre elles par la loi générale de récurrence de l'équation (2).

» L'équation (3) devient alors

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} & r_2 q_3 q_4 M_1 - [r_1 q_3 q_4 (4-\alpha) + q_1 q_3 q_4] M_2 \\ & \qquad - [r_1 r_2 q_4 (4-\alpha) + r_1 r_2 r_4] M_3 + r_1 r_2 q_3 M_4 = 0. \end{aligned} \right.$$

» Ce théorème peut être appelé le *théorème des quatre moments;* il est analogue dans la théorie des poutres continues avec appuis compressibles au théorème des deux moments, démontré par M. Maurice Lévy, pour le cas des appuis invariables. La condition, à laquelle doivent satisfaire les positions des sections considérées, reproduit les coefficients de la loi de récurrence des moments sur les points d'appui, lorsque les points d'appui sont compressibles, comme lorsqu'ils sont rigoureusement fixes.

» Si l'on considère quatre sections dans quatre travées consécutives, il est possible encore de choisir les positions de ces sections de telle sorte que les inclinaisons de la fibre moyenne en ces quatre points aient entre elles une relation linéaire. Les quantités qui déterminent les positions des quatre sections sont assujetties à une seule équation de condition, différente de celle qui est nécessaire pour établir une équation linéaire entre quatre moments de flexion.

» De même, il est possible de choisir les positions de ces quatre sections de telle sorte que les flèches de la fibre moyenne au droit de ces quatre points aient entre elles une relation linéaire. L'équation unique de condition entre les quantités qui déterminent les positions des sections est plus compliquée que dans le cas précédent.

» Il importe d'observer que les théorèmes ci-dessus, relatifs à quatre moments de flexion, à quatre inclinaisons, à quatre flèches au droit de sections choisies dans quatre travées consécutives ne peuvent être établis que dans le cas où $\beta = 0$, c'est-à-dire lorsque les appuis sont simplement compressibles. »

OPTIQUE. — *Méthode de mesure de la biréfringence en lumière monochromatique.* Note de M. **R. Dongier**, présentée par M. Lippmann.

« I. Un faisceau parallèle de lumière *circulaire* et monochromatique, tombant normalement sur une lame cristalline parallèle à l'axe, se transforme en lumière *elliptique*, dont les axes sont *toujours* les bissectrices des axes de la lame. Si une deuxième lame, quart d'onde pour la lumière utilisée, a son axe à 45° de la précédente, la lumière, qui en émerge, est polarisée *rectilignement*. L'azimut de la vibration rectiligne est variable avec l'excentricité de l'ellipse et dépend, par suite, de la différence de marche introduite par la lame cristalline sur les ondes ordinaire et extraordinaire, qui la traversent.

» La rotation θ, dans un sens convenable, de la vibration rectiligne, à partir de l'azimut qui correspond à une biréfringence nulle de la lame, est donnée, en fonction de la différence $(n'-n)e$ des chemins parcourus par les deux ondes et de la longueur d'onde de la lumière employée, par la relation

$$\theta = \pi \frac{n'-n}{\lambda} e.$$

La mesure de l'angle θ peut être obtenue pratiquement avec une précision d'au moins $\frac{1}{10}$ de degré à l'aide d'un analyseur à pénombre du type Laurent ; le rapport $\frac{\theta}{\pi} = \frac{n'-n}{\lambda} e$ détermine la différence des phases des deux composantes, qui vibrent dans les sections principales de la lame.

» II. *Disposition expérimentale.* — On utilise la lumière jaune intense obtenue en dirigeant la flamme du chalumeau oxyhydrique vers la surface d'un bloc de chlorure de sodium préalablement fondu dans un creuset en terre, sur la paroi duquel on a percé une échancrure latérale. La lumière, rendue plus homogène par l'interposition d'une solution étendue de bichromate de potasse, éclaire l'ouverture du collimateur (1^{mmq} environ) qu'on règle par autocollimation. Les lames cristallines sont tout d'abord disposées perpendiculairement aux axes de rotation des bonnettes graduées qui les portent, puis elles sont réglées perpendiculairement à l'axe du collimateur par l'observation de l'image réfléchie qu'on amène en coïncidence avec l'ouverture du collimateur. Ce réglage est facilité par l'emploi d'un arc électrique intense.

» La lumière circulaire peut être obtenue soit en utilisant un prisme biréfringent circulaire de Fresnel (on intercepte alors l'un des faisceaux avec un écran disposé à une distance suffisante pour que ces derniers soient séparés), soit en se servant d'un nicol et d'une lame quart d'onde à 45° de la section principale du nicol.

» Le réglage du parallélisme des sections principales des lames cristallines s'obtient avec l'analyseur à pénombre. Cet appareil comprend une lame demi-onde qui couvre la moitié de l'ouverture d'un diaphragme et un nicol dont la section principale fait un angle d'environ 3° avec la section principale de la lame demi-onde. Tous les deux sont, d'ailleurs, montés dans le même tube et subissent les mêmes mouvements de rotation. On vise dans le plan de la lame demi-onde avec une lunette de Galilée. On dispose un nicol polariseur à la suite du collimateur, et l'on tourne l'analyseur jusqu'à ce que les deux plages aient même éclairement; les sections

principales du polariseur et de la lame demi-onde sont alors parallèles, à deux minutes près. On introduit successivement les lames cristallines que l'on fait tourner sans toucher ni au polariseur ni à l'analyseur jusqu'à obtenir l'égalité d'éclairement. La précision du réglage est variable avec la différence de marche introduite par la lame employée; elle est maxima et égale à celle signalée plus haut lorsque l'expression de la différence de phase est de la forme $\frac{2p+1}{2}$; elle est nulle lorsque la différence de phase est un nombre entier. Mais, dans ce dernier cas, la direction de l'axe de la lame est indifférente, puisque la lame ne déforme pas la vibration qui la traverse.

» III. Supposons qu'on utilise comme polariseur circulaire le prisme de Fresnel. Une cause d'erreur grave réside dans la superposition au faisceau lumineux qui traverse le quart d'onde d'un faisceau de moindre intensité qui émerge après avoir subi deux réflexions normales intérieures. Il ajoute à la composante rectiligne prévue dans l'exposé de la méthode une deuxième composante dirigée suivant l'autre diagonale du rectangle circonscrit à l'ellipse; le rapport des amplitudes de cette composante et de la vibration principale est représenté sensiblement par $\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$ qui est environ $\frac{1}{25}$; la différence des phases dépend de la double épaisseur de la lame. La vibration résultante est une ellipse inscrite dans le parallélogramme de ces deux rectilignes. L'analyseur marque la direction du grand axe de cette ellipse qui fait avec la direction de la composante principale un angle au plus égal à la valeur donnée par $\tang \varepsilon = \frac{1}{25}$; d'où $\varepsilon = 2^\circ 6'$.

» Mais il est facile de déterminer la valeur exacte de cet écart en fonction de l'excentricité de l'ellipse incidente et de l'épaisseur de la lame. Une table de correction convenablement établie permet de ramener la mesure à la précision de $\frac{1}{10}$ de degré.

» IV. Comparons cette méthode à celle bien connue que M. Macé de Lépinay a décrite (*Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. IV, p. 159). Le quartz employé avait une épaisseur de 6^{mm} et la différence $(n'-n)$, mesurée avec une erreur relative moindre que $\frac{1}{4000}$, est sensiblement égale à 9,1108 pour la longueur d'onde $5,8 \times 10^{-5}$. A une erreur absolue de $\frac{1}{10}$ de degré sur la mesure de $\theta = \pi \frac{n'-n}{\lambda} e$, correspond, pour $(n'-n)$, une erreur relative moindre que $\frac{1}{160000}$. La difficulté, que nous avons signalée plus haut, qui permet une erreur maxima égale à $2^\circ 6'$ sur la mesure de θ conduit à une erreur relative sur la mesure de $(n'-n)$ égale à $\frac{1}{6000}$.

» V. Le dispositif expérimental que je propose est susceptible d'un certain nombre d'applications. Il permet la mesure rapide d'une double réfraction accidentelle, lorsque la cause ne peut être maintenue constante pendant longtemps. Il peut être utilisé pour la mesure précise de l'épaisseur d'un quartz parallèle à l'axe, lorsqu'on en connaît la valeur approchée. A cause de la polarisation circulaire de la lumière incidente, il est particulièrement commode pour l'étude dans le sens de l'axe des cristaux doués du pouvoir rotatoire. Enfin, l'appareil, construit d'après les indications de cette Note, réglé une fois pour toutes, permettrait aux constructeurs la vérification précise des lames quart-d'onde ou demi-onde qu'ils ne contrôlent actuellement que par l'observation des teintes en lumière blanche : une lumière incidente polarisée rectilignement à 45° de la section principale de la lame à étudier conviendrait d'ailleurs dans ce sens.

» J'ai appliqué la méthode à l'étalonnage de quelques lames cristallines et à la graduation d'un compensateur à teintes plates. M. Macé de Lépinay a bien voulu me confier un quart-d'onde étudié dans son laboratoire. Il a ainsi rendu possibles les premiers essais. Je l'en remercie sincèrement [1]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence de la nature chimique des corps sur leur transparence aux rayons de Röntgen.* Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. Henri Moissan.

« Des expériences nombreuses ont démontré déjà que certains corps sont transparents aux radiations émises par le tube de Crookes, alors que d'autres présentent une opacité relative à ces rayons. Je me suis proposé de rechercher quelle est la relation qui peut exister entre cette transparence des corps et leur nature chimique, et si les rayons de Röntgen ne peuvent fournir un nouveau moyen d'investigation dans le domaine de la Chimie. J'indiquerai seulement ici les points les plus saillants des résultats que j'ai obtenus; ils ressortent de l'examen des épreuves photographiques que je mets sous les yeux de l'Académie et qui ont porté sur une cinquantaine de corps simples ou composés.

» Ces résultats, bien qu'incomplets, m'ont semblé offrir quelques conclusions assez nettes, pour certaines parties du moins, et m'engagent à poursuivre cette étude.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

» La transparence ou l'opacité des corps aux rayons X n'est pas absolue; on a démontré déjà l'influence de l'épaisseur; on a recherché le rôle de la densité. L'espèce chimique m'a paru présenter une influence très considérable.

» J'ai comparé entre eux divers métalloïdes, ainsi que leurs dérivés acides et les sels métalliques et organiques qu'ils peuvent fournir. Mes essais ont surtout porté sur les corps organiques et sur l'élément essentiel de ceux-ci, le carbone.

» J'ai pu constater, dès à présent, l'extrême transparence, non seulement du carbone sous ses divers états, comparé à celles des autres métalloïdes, mais aussi le peu d'opacité des composés organiques, lorsque ceux-ci ne renferment avec le carbone que les éléments gazeux, hydrogène, oxygène et azote. Toutefois cette transparence est loin d'être uniforme et présente des degrés très divers qui paraissent liés à la fonction chimique de ces corps.

» Les épreuves photographiques qui accompagnent cette Note ont été obtenues en enfermant une plaque photographique dans un châssis à négatifs en bois et en disposant, sur la planchette qui recouvre la plaque, les corps dont on voulait étudier la transparence, puis à éclairer l'ensemble par un tube de Crookes, placé à 20^{cm}. Après trente minutes de pose, la plaque développée donnait des silhouettes des corps mis en expérience, dont les intensités relatives mesuraient les transparences.

» Le diamant, le graphite, l'anthracite, le charbon de sucre donnent une image faible, d'une tonalité semblable à celle du bois ou de la paraffine sous une égale épaisseur, alors que le soufre, le sélénium, le phosphore, l'iode offrent des images très vigoureuses qui dénotent une grande opacité.

» Les matières organiques, éthers, acides, corps azotés se laissent aisément traverser par les rayons X et donnent une image à peine visible. Mais l'introduction dans la molécule organique d'un élément minéral, tel que l'iode, le chlore, le fluor, le soufre, le phosphore, etc., donne à celle-ci une très grande opacité. Les sulfates d'alcaloïdes sont dans ce cas. De même, l'iodoforme est très opaque, alors que les alcaloïdes, l'acide picrique, la fuchsine, l'urée sont très transparents. Le fluorure de phtalyle est beaucoup plus opaque que l'acide phtalique, bien que ces deux corps aient un poids moléculaire très voisin.

» Les sels métalliques jouissent d'une grande opacité, mais qui varie avec le métal et avec l'acide.

» Ces résultats sont corroborés du reste par les photographies de

mains, ou de petits animaux entiers, exécutés par M. Röntgen et par d'autres savants. Dans ces épreuves, les muscles demeurent transparents. Ce sont en effet des corps formés seulement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. Les os, au contraire, donnent des images vigoureuses. Leur opacité provient des éléments minéraux qu'ils renferment.

» Les différences dans la constitution chimique des diverses matières qui forment les nerfs, le sang, etc., permettront sans doute aussi, d'après les premières constatations que j'ai pu faire sur des composés organiques, d'en obtenir des images photographiques, grâce à leur inégale transparence.

» Je compte poursuivre, en y apportant plus de rigueur, ces recherches sur les espèces chimiques définies, et je me propose d'étudier le rapport qui relie la fonction chimique des corps à leur degré de transparence aux rayons de Röntgen. Mais, dès maintenant, un résultat qui me semble acquis est la transparence toute particulière du carbone et de ses combinaisons avec l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, et l'opacité considérable apportée par l'introduction dans la molécule organique des éléments minéraux autres, et en particulier du chlore, du soufre, du phosphore, et surtout de l'iode (1). »

PHYSIQUE. — *Application de la méthode de M. Röntgen*. Note de M. **Albert Londe**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie obtenue à l'aide de la méthode de M. Röntgen. Cette épreuve représente l'aileron d'un faisan tué à la chasse : la fracture de l'os est parfaitement visible; on distingue un fragment d'os détaché, et enfin un plomb qui était resté dans la chair.

» Je désire signaler également la parfaite transparence pour les rayons X de l'image photographique, telle qu'elle est obtenue habituellement dans les négatifs et les épreuves positives. Les grands noirs qui, dans les procédés employés couramment ne se laissent traverser par la lumière que d'une façon rudimentaire, paraissent aussi transparents pour les rayons X que les grands blancs. Pour vérifier ce fait, nous avons opéré sur des pel-

(1) Expériences faites à l'École de Pharmacie de Nancy.

licules de celluloïd, ce dernier corps n'arrêtant pas les rayons X comme le verre.

» Nous avons exposé, d'autre part, des plaques de sensibilité différentes, et ceci pendant un même temps et à la même distance. Nous avons constaté que l'impression était beaucoup plus énergique sur les plaques rapides, et que la vigueur de l'image était directement en rapport avec la sensibilité de la préparation. Les plaques photographiques se comportent donc vis-à-vis des rayons X exactement comme vis-à-vis de la lumière, et pour répéter ces expériences il paraît avantageux d'employer les plaques extra-rapides. »

PHYSIQUE. — *Augmentation du rendement photographique des rayons Röntgen par le sulfure de zinc phosphorescent.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Poincaré.

« Si l'on applique, sur la face opposée au gélatinobromure d'une plaque photographique, une couche de $0^{mm},5$ à 1^{mm} d'épaisseur de mon sulfure de zinc phosphorescent, en ayant soin de réserver une moitié de la plaque prise dans sa longueur; si, dans un châssis à rideau, l'on expose à la lumière d'une bougie, pendant des temps croissants, des bandes successives de cette plaque, on obtient naturellement, après développement et fixage, une série de teintes d'intensités décroissantes, mais on constate entre les deux moitiés de la plaque, celle qui a reçu du sulfure de zinc sur le verre et celle qui n'en a point reçu, une différence notable d'intensité de gris; on voit, par exemple, sur un des clichés ainsi obtenus, que la demi-bande la plus noire de celles derrière lesquelles il n'y avait point de sulfure a la même intensité qu'une demi-bande, enduite au dos de sulfure de zinc, ayant posé sept fois moins longtemps.

» Les rayons ultra-violets viennent donc, à travers le gélatinobromure et le verre, impressionner le sulfure de zinc, et le sulfure continue l'action réductrice par ses radiations propres, même sur des plaques non sensibilisées au jaune-vert, donc par ses radiations les plus réfrangibles et par d'autres, comme on le verra à la fin de cette Note.

» Les rayons Röntgen se comportent souvent tout différemment dans ces conditions : si l'on expose à ce rayonnement, avec le dispositif ordinaire, une plaque au gélatinobromure sulfurée en certaines plages de la

face opposée à la face sensible, on ne constate, sur certaines plaques, aucune différence entre les intensités des parties dont la face opposée a été sulfurée et les intensités de celles dont la face opposée est restée intacte.

» Comme le sulfure de zinc se sature très facilement à la lumière du rayonnement Röntgen et comme, dans certains cas, ce sulfure est impressionné à travers le verre et le gélatinobromure, il en faut conclure que, dans les plaques en question, ce n'est pas le gélatinobromure, mais bien le verre qui joue le rôle d'absorbant; nouvelle démonstration de la différence qui sépare les rayons Röntgen des rayons ultra-violets et de l'importance qu'il faudrait attribuer au verre et à son épaisseur dans les cas où l'on voudrait sensibiliser les plaques à ces sortes de rayons par l'apposition de sulfure de zinc sur la face opposée à la plaque sensible.

» Si l'on photographie par les procédés ordinaires, à l'éclairage du jour, un tableau peint de sulfure de zinc phosphorescent, les parties sur lesquelles ont été appliquées les plus grandes épaisseurs de sulfure apparaissent en blanc plus ou moins intense sur le négatif. En cherchant la manière dont se comporte à l'égard des rayons Röntgen un objet recouvert de sulfure de zinc phosphorescent, j'ai constaté le fait remarquable d'une augmentation notable du rendement photographique de ces rayons.

» Dans une première expérience, j'ai photographié deux doigts : l'index et le medius, l'index ayant été enduit de vaseline sulfurée; on constate que toute la portion de la plaque qui entoure l'ombre de l'index est plus noire que le reste.

» Dans une seconde expérience, j'ai placé sur la plaque photographique, enveloppée de papier aiguille, un fil de fer et, sur ce fil de fer, à la suite les unes des autres, de gauche à droite, une pièce de $0^{fr},05$ intacte, une pièce de $0^{fr},10$ enduite de sulfure sur sa face antérieure, une pièce de $0^{fr},05$ enduite de sulfure sur sa face postérieure, une pièce de 5^{fr} en argent enduite de sulfure sur la plus grande portion de sa face antérieure, enfin une petite cuve d'optique, cylindrique, divisée en deux compartiments et renfermant, dans le compartiment de droite, une solution de sulfate de quinine. La plaque, développée et fixée après quarante-cinq minutes de pose, donne une ombre très nette du fil de fer derrière la pièce de $0^{fr},10$ enduite de sulfure sur sa face antérieure, une ombre un peu moins nette derrière la pièce de $0^{fr},05$ enduite de sulfure sur sa face postérieure (l'ombre de cette pièce ressortant plus en clair que les autres), une ombre moins nette également derrière la portion de la pièce de 5^{fr} enduite de sulfure (l'argent étant d'ailleurs, comme on sait, toutes conditions égales, plus transparent que le bronze); au contraire, il n'apparaît aucune ombre du fil derrière le sou resté intact et derrière la portion de la pièce de 5^{fr} non recouverte de sulfure. Le sulfate de quinine n'exerce aucune influence sensible.

» Cette expérience prouve qu'il est possible, *en enduisant de sulfure de zinc phosphorescent des corps absorbants pour les rayons Röntgen de rendre*

visibles sur la plaque photographique des objets situés derrière ces corps et invisibles autrement. Le sulfure de zinc fait l'office d'une source actinique supplémentaire; il transforme en rayons photographiques des rayons Röntgen inertes à ce point de vue : nouvelle preuve de la complexité des radiations émises par l'ampoule de Crookes.

» Il est probable que d'autres sulfures que le sulfure de zinc phosphorescent jouissent de cette propriété : je n'ai pas eu le loisir de les essayer; mais la grande inaltérabilité du sulfure de zinc phosphorescent lui assure sur tous les autres phosphores artificiels une supériorité incontestable dans toutes les applications en question.

» J'ai eu, également, avec le sulfure de zinc phosphorescent, l'occasion de vérifier une hypothèse de M. Henri Poincaré : « Ne peut-on alors se » demander si tous les corps dont la fluorescence est suffisamment intense » n'émettent pas, outre les rayons lumineux, des rayons X de Röntgen, » *quelle que soit la cause de leur fluorescence?* (¹) »

» J'ai exposé, pendant une seconde, à la lumière d'un ruban de magnésium, un lingot parallélépipédique d'aluminium de $0^m,145$ de long, $0^m,025$ de large, $0^m,006$ d'épaisseur, reposant sur un petit support de carton noirci; à l'extérieur, sur une longueur de $0^m,06$, je l'ai enduit de sulfure de zinc; puis j'ai laissé intacte extérieurement et intérieurement une surface de $0^m,05$ de long; enfin j'ai enduit le lingot avec ce même sulfure intérieurement sur une surface de $0^m,035$ de long, presque complètement abritée de la lumière du magnésium, excepté sur les bords; j'ai placé, entre le lingot et la plaque photographique recouverte d'une double feuille de papier aiguille, le fil de fer précité; après développement et fixage, le négatif présente une silhouette blanche légère du fil de fer sur le fond rectangulaire noir de l'ombre du lingot; insensible dans la portion de l'ombre correspondant à la portion non sulfurée de la plaque d'aluminium, la différence de teintes est le plus sensible dans la portion de l'ombre correspondant à la portion de la plaque sulfurée en dessous. De même, en exposant à la lumière diffuse du jour, dimanche dernier, de trois heures à cinq heures, sur une plaque recouverte d'une double feuille de papier aiguille, le lingot d'aluminium, avec la disposition décrite, j'ai obtenu un voile très sensible de la plaque dans les entours de l'ombre de la portion sulfurée extérieurement, sensible aux confins de la partie sulfurée intérieurement, nul au centre (²). »

(¹) *Revue générale des Sciences,* 30 janvier 1896, p. 56, 2ᵉ col.

(²) Ces recherches ont été faites en partie au laboratoire de M. Gaston Seguy, auquel j'adresse mes vifs remercîments, en partie à mon laboratoire de la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Épreuves photographiques obtenues au moyen des rayons* X. Note de M. Ch.-V. Zenger. (Extrait.)

« ... L'interposition d'une planche de bois, de plusieurs millimètres d'épaisseur, prolonge le temps de pose; elle nuit à la netteté des images, par la pénombre qui se forme; les défauts d'homogénéité du bois produisent des stries dans les silhouettes, tandis que l'emploi des épreuves pour le diagnostic chirurgical exigerait une grande précision dans les détails.... J'ai supprimé la planche de bois, et j'ai placé directement la main sur la plaque au gélatinobromure, en n'interposant qu'un papier noir, très homogène. L'image est aussi nette que possible et l'on peut réduire le temps de pose à moins d'une heure.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les trois silhouettes suivantes :

» 1° La main de mon préparateur, appliquée sur la couche sensible, sans aucun intermédiaire; l'épreuve montre les os, les muscles moteurs, une bague d'or; temps de pose, quarante-cinq minutes.

» 2° Une main où quatre fragments de verre avaient pénétré dans le pouce; trois de ces fragments avaient été extraits, par des incisions déjà cicatrisées; le quatrième est encore fixé dans le pouce.

» 3° Une main affectée de syringomyélie (maladie de Morvan), très enflée : les premiers articles ont déjà été coupés; on distingue la destruction progressive des os, les parties atteintes présentant une transparence plus grande; temps de pose, une heure trente minutes.

» Je suis convaincu que le meilleur moyen d'obtenir la plus grande netteté possible est de mettre la plaque sensible en contact direct avec l'objet, et de faire usage de fortes tensions, pour pouvoir placer le tube de Crookes aussi loin que possible, sans trop augmenter le temps de pose (1).... »

---

(1) J'emploie un grand modèle de la bobine de Ruhmkorff, de $100\,000^m$ de fil induit très fin, construit en 1865 pour moi, par Ruhmkorff lui-même; la longueur des étincelles est de 45^{cm}. Le tube de Crookes est placé à 60^{cm} de la plaque.

PHYSIQUE. — *Sur une action mécanique émanant des tubes de Crookes, analogue à l'action photogénique découverte par Röntgen.* Note de MM. **Gossart** et **Chevallier**.

« Nous avons l'honneur de signaler à l'Académie un champ de force mécanique qui se manifeste à l'intérieur du radiomètre de Crookes, lorsqu'on place ce dernier en face d'un tube de Crookes.

» Nous avions voulu, dans un cours public sur les radiations des lampes électriques, introduire les rayons X de *Röntgen*, les rayons cathodiques de *Crookes* et la lumière stratifiée d'*Abria* qui a conduit Crookes à sa découverte par l'agrandissement des strates. Il nous avait semblé logique de manifester à distance l'échauffement des tubes de Crookes au moyen de son radiomètre. Notre étonnement fut grand de voir les ailettes du radiomètre, non seulement rester immobiles devant le tube très chaud, mais même, une fois mises en mouvement par une chaleur étrangère, se caler devant le tube, avec orientation bien fixe et après des oscillations pendulaires d'autant plus rapides que leur distance au tube diminuait.

» Il est clair que nous étions là en face d'une action mécanique, due à un champ de force créé dans le radiomètre, et opposée à celle de la chaleur.

» Nous nous sommes empressés de vérifier l'existence de ce champ de force autour du tube de Crookes, en l'étudiant avec le radiomètre, comme direction et comme intensité, et constatant sur une vingtaine de substances que cette force traverse les mêmes milieux, ou est arrêtée par les mêmes milieux, que les rayons X.

» Il y a plus : une fois le radiomètre placé dans le champ de Crookes et seulement alors, nous avons constaté que le champ, visqueux en quelque sorte, qui cale les ailettes, est modifié par les courants, surtout par celui de la bobine excitatrice du tube de Crookes, modifié par les corps électrisés statiquement, et enfin perturbé énergiquement par un aimant. En promenant circulairement un aimant autour des parois du radiomètre, on arrive à dévisser en quelque sorte les palettes et à les rendre de nouveau obéissantes à la source de chaleur.

» Ainsi, sur les ailettes de ce radiomètre, on peut faire entrer en action simultanément ou successivement les rayons X, la chaleur, les forces électrostatiques, électrodynamiques et magnétiques.

» Il nous a donc semblé que nous avions un instrument commode, à

indications qualitatives et quantitatives, pour faire des investigations nouvelles sur les radiations encore mystérieuses qui s'échappent du tube de Crookes : émission suivant les sources excitatrices, transmission, etc.

» Nous avons alors installé sur un banc de Melloni : 1° une lampe de Locatelli; 2° le radiomètre à 30^{cm} de la lampe, de façon à avoir quinze tours par minute environ; 3° le tube de Crookes, mobile autour de son axe vertical, au moyen d'une alidade qui donne sur un cercle divisé les diverses directions de l'axe du faisceau cathodique.

» Dès qu'on lance les rayons cathodiques, il y a calage des ailettes, et non par dissymétrie du système, car nous avons vu tantôt les unes, tantôt les autres prendre la direction axiale d'équilibre. Malheureusement, nous n'avons pas encore pu nous procurer un appareil à deux ailettes.

» Si l'on éteint le tube de Crookes, le calage persiste pendant près de cinq minutes, malgré l'action constante de la lampe de Locatelli. Un moyen bizarre et peut-être suggestif de les remettre en mouvement, c'est de lancer des rayons anodiques, en rapprochant à quelques millimètres le tube du radiomètre : ses ailettes subissent, tout d'abord, une impulsion en sens contraire du mouvement normal, qu'elles reprennent ensuite.

» Nous avons déterminé une première ligne de niveau du champ, en actionnant notre unique tube de Crookes à croix avec une grosse bobine de Ruhmkorff et un courant primaire à 20 volts. Cette ligne de niveau est déterminée par la cessation du calage; elle est normale à la direction d'équilibre d'une des paires d'ailettes; son éloignement maximum du tube était à 3^{cm} en avant de l'axe (distance de paroi à paroi) et elle venait se raccorder au tube vers le centre de la cathode concave.

» En entourant le tube d'une pellicule photographique circulaire, enfermée dans un étui de papier que tapissaient intérieurement des lettres métalliques, nous avons pu vérifier approximativement la concordance des deux champs.

» Relativement aux sources, nous ne pouvons signaler nettement encore que cette remarque : l'inertie de cinq minutes dans le calage, qui se manifestait avec une bobine de Ruhmkorff, ne se produit plus avec une machine de Wimshurst.

» Nos expériences ont particulièrement porté sur la transparence des diverses substances pour la force et l'action photographique. Nous citerons comme très transparents aux deux flux les corps suivants :

» Carton, bois, ébonite, feutre (plaques de 2^{cm}), soufre, paraffine (1^{cm}), ouate, etc.; à égalité d'épaisseur l'action se propage plus loin à traver la paraffine qu'à travers l'air.

» Comme corps opaques, nous indiquerons, suivant l'ordre d'opacité décroissante :

» Le plomb, le cuivre, l'aluminium, l'ivoire, le charbon de cornues.

» Cette Note ne peut être que le point de départ d'une série de recherches que nous espérons poursuivre, pour étudier le champ du tube de Crookes avec le radiomètre de Crookes (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de cuivre*. Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Berzélius (2) savait que le cuivre, fortement chauffé au chalumeau avec le silicium et dépouillé ensuite du métal par un acide, *abandonne un squelette de silice*. Deville et Caron (3), dans leurs travaux sur le silicium cristallisé, mentionnent des alliages, constitués par ces deux éléments, qu'ils appellent *aciers de cuivre,* dont les teneurs en silicium peuvent aller jusqu'à 12 pour 100 (4).

» En chauffant le silicium soit avec ce métal, soit encore avec son oxyde au four à réverbère dans des tubes en porcelaine traversés par un courant d'hydrogène, ou bien à la forge Deville, dans des creusets de porcelaine isolés des gaz du foyer, il m'a été facile d'obtenir des alliages de même nature.

» Les nombreux essais, effectués au four électrique, offrent quelque intérêt. On y faisait réagir des mélanges de silicium et de cuivre bien purs; après quelques minutes, la combinaison était effectuée et l'on avait des masses métalliques liquides, très homogènes. Contrairement à ce qui avait lieu pour d'autres métaux, les corps formés conservaient leur homogénéité tout le temps qu'ils se maintenaient fluides; ils ne subissaient ni liquation ni rochage. En variant les proportions des deux éléments réagissants, on a préparé une série d'alliages dont la teneur en silicium augmentait d'environ 5 pour 100 de l'un d'entre eux au suivant.

» L'alliage à 5 pour 100 et au-dessous possède un éclat métallique très net; une section fraîche est blanchâtre, mais elle se ternit rapidement à l'air et prend la nuance jaune du laiton ; il paraît très ductile et se laisse très facilement aplatir sous le marteau. Celui à 10 pour 100 est gris-clair lorsque sa cassure est récente ; il s'altère

---

(1) Nous tenons à exprimer, dès maintenant, à MM. Brunel et Duhem notre reconnaissance pour leurs conseils précieux.

(2) Berzélius, *Annales de Chimie,* 2e série, t. XXVII, année 1824.

(3) Sainte-Claire Deville et Caron, *Comptes rendus,* t. XLV, année 1863.

(4) On trouve actuellement dans le commerce de ces aciers de cuivre impurs qui sont des résidus de fabrication de l'aluminium par les nouveaux procédés.

de même à l'air, mais plus lentement, et devient rougeâtre ; il est plus dur et moins malléable. L'alliage à 15 pour 100 possède un aspect gris d'acier et est encore terni par l'atmosphère; il est très dur et très cassant. Tous ces alliages ont ceci de commun que, lorsqu'on les traite par les acides, ils abandonnent un sel de cuivre et de la silice ; ils sont exempts de silicium libre et complètement homogènes. Ce n'est qu'à partir d'une teneur voisine de 20 pour 100 qu'ils deviennent hétérogènes. Ils sont encore durs et surtout très fragiles ; leur cassure présente des facettes brillantes à reflets violacés qui contrastent singulièrement avec l'aspect blanchâtre du reste de la pâte. La proportion de silicium augmentant, ces lamelles s'accroissent en nombre et les culots deviennent de plus en plus friables. Un fragment bien porphyrisé, traité à fond par l'acide azotique, abandonne, outre le cuivre qui se dissout, un résidu volumineux foncé dans lequel on reconnaît la silice et une matière noirâtre qui représente tous les caractères du silicium cristallisé en lamelles.

» Comme il n'a pas été possible d'arriver à séparer les matières réagissantes en excès d'avec le siliciure sans attaquer ce dernier, on a eu recours à une forte chaleur. En traitant des mélanges de métal et de silicium (à 10 pour 100 environ), et en prolongeant suffisamment la chauffe pour volatiliser tout le cuivre en excès, on a finalement obtenu un culot qui, refroidi très lentement, renfermait à son intérieur des géodes de cristaux bien nets ayant pour formule $SiCu^2$.

» *Propriétés*. — Le siliciure de cuivre est un corps très dur, cassant, gris d'acier sur une section fraîche, mais prenant peu à peu l'aspect rougeâtre. Sa densité est de 6,9 à 18°; il dissout le silicium en abondance et l'abandonne en lamelles pendant le refroidissement. Les halogènes l'attaquent avec incandescence : le fluor, dès la température ordinaire; le chlore, avant le rouge; les autres, à une température plus élevée. L'oxygène et l'air, purs et secs, n'ont pas d'action à la température ordinaire; avant le rouge, ils le transforment en silicate; l'air humide l'oxyde à froid. Les hydracides secs l'attaquent tous; ainsi, le gaz chlorhydrique donne, vers le rouge, du chlorure métallique et du silicichloroforme; les autres fournissent des composés analogues. L'eau en vapeur est réduite. L'effet des acides est assez énergique au début; ils forment un sel de cuivre et de la silice, mais cette dernière ne tarde pas à entraver l'action ultérieure. La potasse en solution le noircit; les carbonates alcalins en fusion, seuls ou mélangés aux azotates, l'attaquent complètement lorsqu'il est très finement pulvérisé.

» *Analyse*. — Le résultat de son attaque dans un creuset de platine, par un mélange d'azotate et de carbonate alcalin a été projeté dans l'acide chlorhydrique étendu, ce qui a donné du chlorure de cuivre et de la silice que l'on a insolubilisée d'abord et séparée ensuite du métal en reprenant par l'acide chlorhydrique. On a continué le dosage en suivant les méthodes connues; les proportions de silicium et de cuivre répondaient à la formule $SiCu^2$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorobromure et le bromure de thionyle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Le gaz bromhydrique sec, sans action à froid sur le chlorure de thionyle $SOCl^2$, réagit sur celui-ci à sa température d'ébullition; il se dégage HCl et, si l'on a soin de faire l'expérience en chauffant au bain-marie, il n'y a pas de brome mis en liberté; le liquide prend peu à peu une teinte jaune orangé. Il renferme alors des produits de substitution bromés du chlorure de thionyle, mais leur séparation ne peut se faire par distillation sous pression ordinaire, car dès qu'on dépasse 100°, du brome est mis en liberté; on peut cependant chasser la majeure partie de $SOCl^2$ excédant, s'il y en a, en maintenant le produit de la réaction au bain-marie à 100°, mais le fractionnement proprement dit doit se faire sous pression réduite. On retire ainsi successivement :

» 1° Le chlorobromure de thionyle SOClBr; c'est un liquide jaune clair, de densité à 0° = 2,31; il ne se solidifie pas à — 23° et distille, sous la pression normale, aux environs de 115°, avec une légère décomposition qui se traduit par mise en liberté de brome; cependant cette distillation peut se faire sans grand dommage, si l'on chauffe avec ménagement au bain d'huile, afin d'éviter la surchauffe de certaines parties du liquide; à une température peu supérieure à son point d'ébullition, le chlorobromure SOClBr se décompose graduellement en SO^2, $SOCl^2$, Br et S^2Br^2, de telle sorte que, si l'on cherche à faire les fractionnements avec tubes à boules sous pression normale ou si l'on chauffe le chlorobromure en vase clos vers 150°, il se dégage SO^2 et le liquide est graduellement transformé en $SOCl^2$, Br et un résidu de bromure de soufre (distillant vers 190°) d'après l'équation : $8SOClBr = 4SOCl^2 + 6Br + S^2Br^2 + 2SO^2$.

» Cette décomposition semble même déjà se produire lentement à froid.

» Le mercure réagit à froid sur le chlorobromure SOClBr et s'empare du brome; il se forme $SOCl^2$, SO^2 se dégage et du S est mis en liberté d'après l'équation

$$4SOClBr + 4Hg = 2SOCl^2 + SO^2 + S + 2Hg^2Br^2;$$

le mercure pourra d'ailleurs réagir ultérieurement sur $SOCl^2$ et cette réaction, très lente à froid, devient active vers 50°; il y a dégagement de SO^2 et le S mis en liberté se dissout dans l'excès de $SOCl^2$, mais

soit que l'on parte du chlorure $SOCl^2$ ou du chlorobromure SOClBr, on ne trouve en aucun cas de produit de réduction incomplète, tel que $S^2O^2Cl^2$ qui résulterait de l'union de deux restes (SOCl)'. Au contact de l'eau, SOClBr se décompose rapidement en SO^2, HCl, HBr.

» 2° Un liquide distillant vers 68° sous pression réduite à 4cm de mercure; c'est le bromure de thionyle $SOBr^2$. L'analyse a donné pour le brome les nombres pour 100 : 76,35 et 76,19; la théorie exige 76,95; le liquide renferme, de plus, toujours un peu de chlore (1,55 et 1,65) malgré plusieurs fractionnements sous pression réduite, qui n'ont pu l'en débarrasser; cela paraît dû à la présence d'une minime quantité de chlorure de soufre, car, si l'on décompose le produit par l'eau, la majeure partie du liquide disparaît presque instantanément au contact de l'eau, mais il reste quelques petites vésicules. très ténues qui exigent un temps assez long pour se décomposer; c'est vraisemblablement une très petite quantité de S^2Cl^2 dont le point d'ébullition, 139° sous pression normale, doit être assez voisin de celui de $SOBr^2$ pour qu'on ne puisse pas les séparer par distillation.

» Le bromure de thionyle est un liquide jaune orangé, de densité à 0° = 2,61, qui ne se solidifie pas à −23°; il se décompose rapidement sous l'action de la chaleur, et chauffé en tubes scellés vers 150°, il y a formation de Br, S^2Br^2 et SO^2 d'après l'équation

$$4SO^2Br^2 = 2SO^2 + 6Br + S^2Br^2.$$

» Le mercure enlève à froid le brome de $SOBr^2$ et cette réaction semblait intéressante, car on pouvait espérer isoler ainsi le radical thionyle SO, si celui-ci pouvait exister libre, mais toutes les tentatives faites dans cette voie sont restées infructueuses, même en effectuant la décomposition très lentement, au sein d'un bain de glace fondante; deux tubes contenant $SOBr^2$ et Hg y étaient plongés, l'un clos, l'autre effilé en relation permanente avec un tube en U contenant un peu d'eau. Au bout de quarante-huit heures l'eau était saturée de SO^2, mais, même chauffée, ne donnait aucun dépôt de soufre, comme celui qui résulterait de l'hydratation du thionyle et de la décomposition de l'acide hydrosulfureux qui en résulterait ($SO + H^2O = SO^2H^2$ et $2SO^2H^2 = SO^2 + S + 2H^2O$); et, ce qui est caractéristique, c'est que le soufre, provenant de la décomposition

$$2SO = SO^2 + S,$$

se dépose dans le tube où s'est effectuée la réaction, non pas dans la région supérieure du tube, mais uniquement au contact du mercure altéré;

ce soufre est à l'état de nature, il peut être dissous dans CS^2 et régénéré. De l'ensemble de ces constatations, on peut conclure que le radical thionyle SO n'est pas stable, qu'à aucun moment il n'a été libre dans l'atmosphère du tube et qu'à l'instant même de sa libération il se décompose en SO^2 et S.

» 3° Il reste comme résidu de la distillation du bromure de soufre S^2Br^2, d'autant moins abondant que la préparation et les distillations ont été faites à température plus basse.

» L'existence du bromure de thionyle $SOBr^2$ une fois démontrée, j'ai cherché à obtenir ce corps par une réaction analogue à celle qui sert à préparer le chlorure SOCl ($SO^2 + PCl^5 = POCl^3 + SOCl^2$); SO^2 ne réagit sur PBr^5 que si l'on chauffe au bain-marie : la masse se liquéfie peu à peu et se colore fortement par du brome; elle renferme de plus $POBr^3$, S^2Br^2, mais pas trace de $SOBr^2$. La présence de ce dernier corps dans les produits de fractionnement, sous pression réduite, aurait pu facilement être mise en évidence, même en petite quantité, grâce à la réaction du mercure qui aurait dégagé SO^2, mais ce caractère est resté complètement négatif. La réaction a donc lieu suivant l'équation $2SO^2 + 2PBr^5 = S^2Br^2 + 2POBr^3 + 2Br$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un sulfophosphure d'étain cristallisé.* Note de M. **A. Granger**, présentée par M. Troost.

« Quand on fait passer de la vapeur de phosphore sur du bisulfure d'étain, chauffé au rouge sombre, il y a réaction; il se produit du sulfure de phosphore liquide et un sulfophosphure. Ce dernier se prépare facilement en disposant dans un tube de verre vert, traversé par un courant de gaz carbonique, deux nacelles contenant l'une du phosphore rouge et l'autre du bisulfure d'étain. Le courant du gaz doit être lent et la température ne doit pas atteindre le ramollissement du verre, pour obtenir un produit de composition définie et cristallisé.

» Le sulfophosphure d'étain est un corps gris noir, cristallisé en écailles brillantes, dont l'aspect rappelle l'oligiste micacé des volcans. Chauffé au contact de l'air il s'oxyde en donnant une masse blanche, contenant de l'oxyde stannique et de l'acide phosphorique principalement. Les acides chlorhydrique et azotique sont sans action, ainsi que l'eau régale. Le chlore et le brome l'attaquent à chaud; réduit en poudre fine, le sulfophosphure d'étain se dissout facilement dans une solution de potasse ou de soude, quand on y fait passer du chlore ou du brome.

» Le sulfophosphure d'étain a pour formule [1] Sn^3P^2S, ce qui semble répondre à une combinaison de sulfure stanneux et de protophosphure d'étain, SnP, 2SnS.

» J'ai essayé sans résultat d'obtenir d'autres composés avec les sulfures d'antimoine, de cadmium, d'or et de plomb. Le sulfure d'argent, dans les mêmes conditions, donne de l'argent métallique et du sulfure d'argent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxyiodures de zinc.* Note de M. **Tassilly**, présentée par M. Troost.

« Les oxychlorures et les oxybromures de zinc ont été l'objet de recherches de la part de divers savants, et l'histoire de ces corps semble épuisée. Il n'en est pas de même des oxyiodures.

» I. Müller a signalé [2] un oxyiodure de zinc obtenu en dissolvant à chaud l'oxyde de zinc dans l'iodure de zinc. Par refroidissement, il se dépose un corps, dont l'auteur n'a d'ailleurs pas indiqué la composition. En répétant ces expériences, j'ai constaté qu'on obtenait en réalité un mélange d'un corps cristallisé et d'oxyde de zinc.

» En opérant en tube scellé, les résultats sont meilleurs. On chauffe pendant douze heures, à 150°, 20gr d'iodure de zinc dissous dans 20gr d'eau et 0gr,2 d'oxyde de zinc. Les parois du tube se tapissent de petits cristaux blancs qui, vus au microscope, se présentent sous la forme de lamelles hexagonales agissant sur la lumière polarisée et qu'il est facile de séparer de l'oxyde de zinc en excès, formant un magma au fond du tube. On obtient environ 1gr d'oxyiodure en opérant dans douze tubes scellés. L'eau-mère, traitée par l'eau, a donné de l'oxyde de zinc.

» Les cristaux séchés entre des feuilles de papier, puis soumis à l'analyse, ont fourni les chiffres suivants :

» I.	Iode	18,27
	Zinc	44,14

---

[1] L'analyse donne :

		Théorie.
Étain	79,95	78,85
Soufre	13,57	14,25
Phosphore	7,06	6,90

[2] *Journ. für prakt. Chem.*, t. XXVI, p. 441 ; 1842.

» Ces mêmes cristaux, lavés à l'eau froide jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublent plus une solution de nitrate d'argent, puis séchés à 100°, n'ont pas subi de modifications apparentes. Ils ont donné, à l'analyse :

			Trouvé.	Calculé.
» II.	Iode...........	17,13 / 17,21	17,17	17,16
	Zinc...........	43,71 / 43,77	43,74	43,91

ce qui correspond au corps $ZnI^2 9ZnO 24H^2O$ ou $ZnI^2 9Zn(OH)^2 15H^2O$. Le corps analysé en I, est sans doute le même, souillé par un peu d'eau-mère riche en iodure de zinc.

» Cet oxyiodure de zinc n'est donc pas attaqué par l'eau froide; il l'est difficilement par l'eau bouillante. Soumis à un courant d'air chaud, il ne perd pas d'eau à 120° et commence à se décomposer vers 180°, avec production de vapeurs d'iode.

» II. Millon a signalé un oxyiodure en ajoutant à une solution d'iodure de zinc une quantité de potasse insuffisante pour précipiter complètement le zinc.

» En opérant de même avec l'ammoniaque, on obtient un corps cristallin, se présentant au microscope sous la forme de fines aiguilles enchevêtrées et agissant sur la lumière polarisée. Ce corps semble répondre à la formule $ZnI^2 5ZnO 11H^2O$; il est décomposable par l'eau et renferme toujours une faible proportion d'ammoniaque.

» III. Certains chlorures et bromures de zinc ammoniacaux fournissent, en présence de l'eau, des sels basiques.

» Les iodures de zinc ammoniacaux $ZnI^2 4AzH^3$ (obtenu par voie humide) et $ZnI^2 5AzH^3$ (obtenu par voie sèche), traités par un excès d'eau, donnent un précipité qui, lavé jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublent plus une solution de nitrate d'argent, est constitué par de l'oxyde de zinc.

» Ces deux iodures ammoniacaux, chauffés en tube scellé, en présence d'une petite quantité d'eau, donnent l'un et l'autre l'iodure $ZnI^2 4AzH^3$.

» En faisant agir l'oxyde de zinc sur l'iodure d'ammonium dissous, on obtient un corps cristallisé, répondant à la formule $3ZnI^2 5AzH^3 3H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
Iode..................	69,1	69,5
Zinc..................	17,57	17,8
AzH^3.................	8,1	7,7

» Ce corps, traité par l'eau, n'a pas fourni d'oxyiodure. On est, par conséquent, en droit de conclure que, si l'on peut considérer les chlorures de zinc ammoniacaux comme des générateurs d'oxychlorures, la réaction, déjà plus difficile avec les bromures, n'a pas lieu avec les iodures. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Méthode pour déterminer la pureté des beurres au moyen de la densité.* Note de M. **Raoul Brullé.** (Extrait.)

« Parmi les nombreux procédés qui ont été proposés pour reconnaître la présence de la margarine ou des graisses dans les beurres, ceux qui ont toujours le plus appelé l'attention, soit parce qu'ils approchaient très près de la vérité, soit parce qu'ils exigeaient un dispositif expérimental peu compliqué et à la portée de tout le monde, étaient des procédés fondés sur la recherche de la densité.

» Néanmoins, la plupart de ces procédés ont dû être successivement abandonnés, par suite des différences que l'on constatait dans la densité des différents beurres purs.

» D'autre part, l'industrie a su, par des mélanges convenables de lait et de graisse et d'huile, préparer des oléo-margarines dont la densité se rapproche beaucoup de celle du beurre, et qui mettent en défaut le contrôle au moyen du margarimètre. C'est ainsi que des beurres purs ont accusé jusqu'à 50 pour 100 de margarine au margarimètre.

» J'ai été amené à reconnaître que les causes de l'erreur commise provenaient, d'une part, d'une certaine proportion d'eau variable, qui restait incorporée au corps gras et ne s'en séparait pas au moment où l'on pratiquait la fusion pour prendre la densité; d'autre part, de la température à laquelle l'expérience était faite. Il résulte, en effet, de mes expériences qu'il est nécessaire d'opérer à une même température, celle de 100°, si l'on veut être certain de la régularité des résultats.

» ... L'expérience prouve qu'en prenant soin d'éliminer, par l'emploi de substances décolorantes et desséchantes appropriées, l'eau qui reste toujours incorporée, et en proportion variable, malgré la fusion, ainsi que les matières colorantes et la caséine, de façon à rendre les corps gras comparables entre eux, on peut tirer de la détermination de la densité, obtenue au moyen d'aréomètres très sensibles, des indications très précises sur la proportion de matière grasse étrangère ajoutée frauduleusement à du beurre pur. »

PHYSIOLOGIE. — *Stroboscopie rétinienne.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« La stroboscopie permet, soit d'apprécier avec une grande rigueur la vitesse relative de deux roues ou de deux disques tournants, soit de mesurer la fréquence relative de deux séries d'oscillations. L'expérience type est la suivante : deux disques rotatifs placés l'un au devant de l'autre, à une certaine distance, et percés du même nombre de secteurs, tournent dans le même sens et avec une vitesse peu différente en présence d'une surface éclairée. La coïncidence variable des passages de la lumière produira des effets différents suivant que le disque antérieur tourne plus vite, moins vite ou avec la même vitesse que le disque postérieur. Dans le premier cas, on aura l'apparence d'une figure radiée tournant en sens inverse et plus lentement que les deux disques; dans le second, le mouvement apparent, toujours ralenti, se fera dans le même sens que la rotation des disques; dans le troisième, le mouvement relatif de ceux-ci sera nul.

» Or j'ai trouvé que des phénomènes analogues pouvaient se produire *avec un seul disque*, lorsque sa vitesse de rotation est telle, que les différents secteurs lumineux passent devant chaque point de la rétine avec une fréquence voisine de la fréquence des oscillations rétiniennes dont j'ai démontré la naissance à chaque excitation.

» Prenons, pour fixer les idées, un disque percé de vingt-quatre secteurs ayant chacun 5° et séparés, par conséquent, par des intervalles noirs de 10°, et faisons-le tourner au devant du champ lumineux déjà défini précédemment. Le regard est toujours supposé immobile. Pour des vitesses faibles, au-dessous d'un tour par seconde, par exemple, l'œil suit assez facilement le mouvement des secteurs noirs et blancs, bien distincts les uns des autres à cet éclairage et avec la grandeur indiquée; pour des vitesses un peu plus grandes, il arrive un moment où ce mouvement n'est plus aussi net; les secteurs semblent osciller dans différents sens. Si l'on accroît toujours régulièrement la vitesse, ces irrégularités se résolvent en un mouvement apparent très distinct d'une sorte de roue qui se déplacerait en sens inverse du disque lui-même, plus lentement que ce disque et indépendamment de lui; puis le disque semble immobile, vers un tour et demi par seconde; enfin, si l'on dépasse cette limite, la figure radiée plus lente reparaît et se déplace dans le sens du mouvement réel. L'expérience ne peut se prolonger beaucoup plus loin, car, si l'on augmente par trop la vitesse, l'intervalle des passages tombe au-dessous des limites de la persistance, et les secteurs se fusionnent.

» Ces phénomènes sont dus à ce que le passage de chaque secteur laisse en un point

donné de la rétine, par suite de la réaction négative, un certain nombre d'oscillations de l'impression lumineuse, *oscillations de période fixe* et qui produisent nécessairement le même effet que si un second disque semblable au premier se déplaçait au devant de lui avec une vitesse uniforme, la vitesse qui produirait un nombre de passages égal à celui des oscillations.

» Cette expérience, que je ne puis qu'indiquer ici dans ses traits principaux, permet donc de déterminer, d'une façon précise, la fréquence des oscillations rétiniennes : j'estime cette fréquence à 36 ou 37 par seconde en moyenne. L'approximation de cette mesure est limitée uniquement par les conditions physiologiques ; dans des conditions semblables, on retrouve le même nombre à une unité près.

» La fréquence des oscillations rétiniennes varie peu. Elle est cependant subordonnée, dans une certaine mesure, aux variations de l'intensité lumineuse, augmentant et diminuant légèrement avec elle. Je l'ai vue s'élever au plus à 40 par seconde et s'abaisser au minimum à 34.

» Elle est un peu plus grande au début de la fixation, ou quand on déplace brusquement le regard, et en général sous l'influence du repos. Si elle paraît souvent plus grande dans la vision indirecte, c'est qu'on fait tomber alors l'impression sur une place neuve de la rétine, et non par une propriété spéciale des parties périphériques ; dans des conditions égales, elles ne diffèrent pas des autres.

» Si l'on rapproche de ces chiffres mes premières estimations faites à l'aide de deux méthodes différentes, on voit que la concordance est aussi parfaite qu'on peut l'exiger d'expériences de cette nature. L'évaluation de la largeur de la bande noire, qui comportait plus d'indécision, m'avait conduit à admettre pour la durée d'une demi-oscillation, de $\frac{1}{65}$ à $\frac{1}{70}$ de seconde, soit une fréquence oscillatoire de 32 à 35. L'expérience des cannelures (formule de Döppler-Fizeau) m'avait donné une moyenne de 36 oscillations par seconde.

» On peut produire, quoique plus difficilement, des phénomènes stroboscopiques avec des disques percés d'un nombre d'ouvertures deux, trois, quatre fois moindre. L'expérience suivante est particulièrement instructive.

» Soit un disque percé seulement de 6 secteurs très étroits ayant chacun environ 3° ; les intervalles noirs seront donc 19 fois plus larges (57°). Si l'on fait tourner le disque précisément à la vitesse de 1 tour par seconde devant un éclairage convenable, la fréquence des oscillations produites à chaque passage d'un secteur éclairé sera un multiple exact de la fréquence de ces passages, et les oscillations, en concor-

dance harmonique avec ces derniers, seront renforcées comme l'est un diapason harmonique par son son fondamental. En regardant d'assez près le champ lumineux au devant duquel tourne le disque, on voit, indépendamment du déplacement de celui-ci, le champ divisé dans son entier en secteurs égaux et fixes, qui m'ont paru être environ 6 par intervalle, soit 36 pour toute la surface du disque.

» Il est donc possible de *partager la rétine en concamérations fixes* et de lui communiquer *des oscillations statiques d'une période voisine de* 36 *par seconde.* »

ZOOLOGIE. — *Le rejet de sang comme moyen de défense chez quelques Sauterelles*. Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. Blanchard.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré que certains Coléoptères peuvent rejeter au dehors des gouttes de sang, par une véritable *saignée réflexe* se produisant soit au niveau de la bouche, soit aux articulations fémoro-tibiales des pattes. Ce rejet a bien nettement la signification d'un moyen de défense, grâce aux produits répulsifs ou caustiques que le sang tient en dissolution.

» Les Orthoptères nous offrent aussi de beaux exemples de saignée réflexe, se présentant dans deux genres alliés de Sauterelles à élytres rudimentaires, c'est-à-dire incapables de voler et assez mal douées au point de vue du saut. Le premier cas est celui de l'*Eugaster Guyoni servi*, étudié par Bonnet et Finot ([2]), et ensuite par Vosseler ([3]).

» L'*Eugaster* est commun dans la région montagneuse de l'Algérie, de la Tunisie et de la frontière marocaine; quand on cherche à le saisir, il projette dans toutes les directions, à une très grande distance (jusqu'à $0^m,40$ et $0^m,50$) des jets d'un liquide orangé. Ce liquide s'échappe de pores allongés et étroits, qui se trouvent sur les trois paires de pattes, entre le coxal et le trochanter. Vosseler a constaté d'une façon certaine que c'était bien le sang même de l'animal qui était ainsi évacué au dehors; il paraît que ce liquide est caustique et peut déterminer une vive inflammation sur la conjonctive, et même sur les jointures des doigts, lorsqu'il est en quantité suffisante.

([1]) Cuénot, *Le rejet de sang comme moyen de défense chez quelques Coléoptères* (*Comptes rendus,* 16 avril 1894, p. 875).

([2]) Bonnet et Finot, *Les Orthoptères de la Régence de Tunis* (*Revue des Sciences naturelles,* 3e série, t. IV, p. 193; 1885).

([3]) Vosseler, *Biologische Mitteilungen über einige Orthopteren aus Oran* (*Jahreshefte des Ver. für vaterl. Naturkunde in Württ.*, p. 87; 1893).

» Les *Ephippigera* nous offrent un second cas de saignée réflexe, signalée en passant par Vosseler : « Sans doute, les gouttelettes émises par le » thorax de beaucoup d'Ephippigères, les proches alliés de l'*Eugaster*, sont » à rapprocher du rejet de sang des *Eugaster* et des *Melœ* ». J'ai pu étudier ce phénomène en détail chez l'*Ephippigera Brunneri* Bol. (Espagne).

» Quand on agace l'*Ephippigera Brunneri*, l'animal se cramponne fortement au sol et abaisse la tête et l'abdomen en faisant crier ses élytres. Le liquide cœlomique est évidemment comprimé par cette manœuvre, et l'on voit très bien, sous le pronotum relevé, au point d'attache de chaque élytre, apparaître une petite vésicule luisante, gonflée par le sang jaune; cette vésicule est tout simplement formée par la peau, extraordinairement mince à cet endroit, et constitue évidemment un point de moindre résistance. Lorsque la pression sanguine cesse, la boule se ratatine et devient invisible; quand elle augmente, la boule crève et il s'échappe une grosse goutte jaune clair, bien facile à reconnaître au microscope. Le processus de la saignée réflexe est donc ici extrêmement simple.

» Si l'on goûte le sang de l'*Ephippigera*, il paraît d'abord fade, puis il se développe une amertume qui devient finalement très prononcée, presque insupportable. Il y a certainement là un produit particulier, capable d'écarter les Lézards, comme nous allons le voir, et probablement aussi les Batraciens et les Mammifères.

» Je mets un *E. Brunneri*, très vigoureux, à vésicules intactes, dans un cristallisoir où vit un *Lacerta agilis* L.; dès que le Lézard l'aperçoit, il se précipite sur lui et le mord brusquement par le travers du thorax : l'*Ephippigera* se cramponne au sol en baissant la tête et l'abdomen et je vois une grosse goutte de sang, qui sort par l'une des vésicules éclatées. Le sang mouille la bouche du Lézard, qui s'écarte immédiatement, se frotte contre terre et se lèche longtemps comme pour faire disparaître le liquide. L'*Ephippigera* s'étant remis en marche quelques minutes après, le Lézard l'attaque encore deux fois, mais avec le même insuccès : il y a encore rejet de sang au même point et dégoût visible du Lézard, qui se frotte la bouche contre terre. Après ces trois attaques, séparées par des intervalles assez longs, il n'a plus touché à l'*Ephippigera;* certainement, sans sa saignée réflexe, celui-ci aurait été dévoré ou déchiré.

» La saignée réflexe n'est jusqu'à présent connue avec certitude que chez les deux espèces de Sauterelles citées; on la retrouvera certainement chez d'autres. Pour ma part, je l'ai cherchée en vain chez des genres alliés aux *Ephippigera* et *Eugaster*, et ayant aussi des élytres rudimentaires (*Platystolus, Pyenogaster, Thamnotrizon*); les vésicules cutanées dont il a été question plus haut n'apparaissent pas, même si l'on comprime forte-

ment l'animal. Le *Thamnotrizon cinereus* L., le seul que j'aie offert à un Lézard, a été immédiatement dévoré, comme on pouvait s'y attendre ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'ampoule frontale des Insectes diptères de la famille des Muscides*. Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une récente Communication, M. le Dr A. Laboulbène ([2]) a appelé l'attention sur certains phénomènes qui s'accomplissent chez les Diptères, notamment chez les Muscides, au moment de l'éclosion.

» Depuis Réaumur, qui le premier a noté avec soin ([3]) la *vessie blanche*, le *museau allongé* des Mouches en éclosion, dit M. Laboulbène ([2]), les auteurs qui l'ont cité et commenté, entre autres Lacordaire, Reissig, A. Weissmann, etc., n'ont pas, en ajoutant à ces judicieuses remarques, épuisé le sujet. J'apporte mon tribut pour démontrer que, parmi les Diptères *Cyclorapha*, ceux de la famille des Muscides en particulier, dont la nymphe doit soulever et détacher, pour éclore, un panneau ([4]) arrondi de la pupe, sont pourvus d'une vésicule céphalique, sortant de la tête entre l'épistome et le front, au devant des antennes.

» Ce passage pourrait faire supposer que nous ne sommes pas suffisamment éclairés sur l'existence, chez les Diptères *Cyclorapha*, et en particulier chez les Muscides, de l'ampoule frontale qui joue un si grand rôle dans le processus de l'éclosion; cependant nombre d'auteurs non seulement ont constaté la présence de cette ampoule, mais encore ont étudié ses attributions ainsi que les actions qui la mettent en jeu. Ce sont des faits devenus absolument classiques : Lacordaire ne dit-il pas dans son *Introduction à l'Entomologie*, t. I, 1834, p. 196 : « La Mouche commune, et » beaucoup d'autres Muscides, ont la faculté de gonfler la partie moyenne » de leur tête qui prend alors l'apparence d'une sorte de vessie d'un vo-

---

([1]) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy. Je dois de vifs remercîments à M. Finot et au R. P. Pantel, qui m'ont aidé dans mon travail par leurs observations et leurs envois.

([2]) A. Laboulbène, *Observations sur la vésicule céphalique des Insectes diptères de la famille des Muscides* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 255; 5 février 1896).

([3]) Et figuré (t. IV, 1738, p. 335 et suiv., Pl. XXIV, fig. 5, 6, 7, 8, 9 et 10 de ses *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes*). J. K. d'H.

([4]) Ce panneau correspond à la partie supérieure de la tête et aux tergites des deux premiers anneaux. J. K. d'H.

» lume aussi considérable que la tête elle-même, et qui, agissant contre » le couvercle de la pupe, la force bientôt à s'ouvrir ».

» D'autre part, indépendamment de Réaumur, Reissig, A. Weismann, seuls naturalistes nominativement cités par M. Laboulbène, d'autres observateurs se sont efforcés de découvrir le mécanisme physiologique, demeuré obscur qui détermine le gonflement de l'ampoule frontale. Tels sont von Gleichen qui a donné une bonne description et d'excellentes figures très amplifiées de l'ampoule frontale de la Mouche domestique, M. B.-Th. Lowne qui a émis des idées justes et des hypothèses hasardées sur les fonctions de cet organe chez la *Calliphora vomitoria;* A.-S. Packard auquel on doit d'intéressantes observations originales sur les transformations de la Mouche commune et des formes voisines. Enfin, j'ai, à mon tour, repris la question et démontré expérimentalement quelles étaient les causes du gonflement de ce singulier appareil. Voici ce que j'écrivais en 1875 :

» Deux opinions régnaient, en effet; Réaumur, Lacordaire, Reissig, Packard admettent que c'est l'air qui gonfle l'ampoule; pour MM. A. Weismann, Lowne, Künckel, c'est le sang qui afflue dans l'ampoule et la distend. La première opinion doit être rejetée; la seconde est la seule vraie. « M. A. Weismann prétend avec beaucoup de rai» son, avons-nous écrit en 1875, que c'est par afflux de sang que la région frontale » est dilatée; il emploie même une expression heureuse pour peindre sa pensée : « La » Mouche transforme, pour rompre sa coque, une partie de sa tête en presse hydrau» lique » et nous ajoutions : « Je ne partage pas les idées de M. A. Weismann, lorsque » celui-ci, attribuant l'afflux du sang au vaisseau dorsal, suppose que ce vaisseau a » quelques relations par son extrémité antérieure avec la vessie frontale; quand la » Mouche rompt sa coque et fait alternativement saillir cette vessie, *ses trachées ne » sont pas distendues par l'air,* ses ailes ne sont pas développées; mais elle est en » état de contracter ses muscles thoraciques et abdominaux; c'est une contraction de » ces muscles qui fait refouler brusquement le sang dans la tête, et cette contraction » est d'autant plus énergique qu'elle n'est pas amortie par l'élasticité des trachées. J'ai » fait, à ce sujet, une expérience qui démontre bien que le sang remplit la vessie » frontale; en la perçant avec une aiguille, le sang jaillit, et la Mouche éprouve une » violente hémorrhagie qui arrête son développement. Lorsque sa tête devient plus » consistante, sa dilatation devient impossible, la vessie frontale s'affaisse, se fripe et » se retire dans la cavité céphalique, le vertex se rapproche du front, et il ne reste » bientôt plus aucun vestige extérieur de cet appareil original qui appartient en propre » aux Diptères, etc.... Chez les *Musca,* les *Calliphora,* les *Lucilia,* les *Sarcophaga,* » la vessie se retrouve dans l'intérieur de la tête, sous l'apparence d'un repli du tégu» ment ayant la forme d'un sachet à l'enveloppe ridée et chiffonnée, etc. »

» Que dit M. le Dr Laboulbène, p. 267 ?

» La vésicule céphalique est gonflée par un liquide, car lorsque cette vésicule est

fortement tendue en forme d'ampoule, si on la déchire, ou si on la coupe, il s'écoule du liquide et il ne sort pas d'air; » et il ajoute p. 268 : « Cet organe en forme d'ampoule se remplit de liquide sanguin, par la contraction des muscles abdominaux et thoraciques de la nymphe; il a pour usage spécial de supprimer le dernier obstacle à l'éclosion; j'ai enlevé d'un coup, et avec de fins ciseaux, la membrane tendue, il s'est écoulé constamment du liquide sanguin » et il termine par cette phrase : « la membrane rentrée se condense, s'atrophie ; elle a perdu son rôle physiologique absolument transitoire. »

» Et les Muscides observées par lui sont des *Calliphora*, des *Lucilia*, des *Sarcophaga*, des *Sepsis*, des *Curtonevra*, des *Anthomyia*.

» La comparaison des textes permettra de constater que M. le Dr A. Laboulbène n'a fait que confirmer nos observations et nos expériences sur les mêmes types ou des types voisins.

» Quant à la structure de la membrane tégumentaire de l'ampoule, elle a été décrite, en 1870, par Lowne, qui a très bien représenté les aspérités dont elle est couverte (*papillæ*, Lowne ; *aspérités*, Laboulbène).

» M. Laboulbène a passé sous silence une des plus importantes fonctions de l'ampoule frontale, qui avait échappé avant moi à l'attention des naturalistes; elle joue, en effet, le rôle d'un véritable réservoir dans lequel la Mouche fait affluer une masse de sang qu'elle refoule du thorax et de l'abdomen, pour diminuer la capacité de son corps. Avec quelque attention, on voit les contractions énergiques du thorax coïncider avec une dilatation énorme de la tête et une diminution du volume du corps. Il en résulte que la Mouche peut faire passer facilement son thorax à travers l'ouverture étroite de la pupe en s'aidant d'abord de quelques mouvements simultanés des hanches, des pattes postérieures; les poils qui les recouvrent, comme les barbes d'un épi emprisonné dans la main, facilitent la propulsion en avant (1).

» Si les Muscides adultes ont à leur service une *ampoule frontale*, nous avons montré depuis que les Acridiens naissants disposaient d'une *ampoule cervicale* dont le gonflement était également produit par afflux du sang contenu dans la cavité générale; ampoule frontale et ampoule cervicale ont des fonctions comparables (2). »

---

(1) Voir la bibliographie et les renseignements complets : J. KÜNCKEL D'HERCULAIS, *Recherches sur l'organisation des Volucelles*, p. 77, 78, 79 et 80; Paris, 1875.

(2) J. KÜNCKEL D'HERCULAIS, *Mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et de la métamorphose chez les Insectes orthoptères de la famille des Acridides* (*Comptes rendus*, t. CX, p. 657; 1890).

BOTANIQUE. — *Sur la signification de la fécondation chez les Urédinées.* Note de M. **Sappin-Trouffy**.

« Lorsque nous avons présenté à l'Académie, il y a bientôt deux ans, un Mémoire intitulé : *Recherches histologiques sur les Urédinées*, le Rapport de la Commission du prix Desmazières nous faisait entrevoir que la réduction du nombre des chromosomes apporterait à nos observations un argument décisif dans la question de la fécondation (1). Aujourd'hui, nous avons la satisfaction de pouvoir établir que cette réduction se produit et que, par suite, la fécondation chez les Urédinées est absolument comparable à celle des des plantes et animaux supérieurs.

» Il est facile de s'en convaincre en étudiant la manière dont se comporte le noyau dans le cycle complet du développement des Urédinées :

» A. Structure générale du noyau de la plante.

» B. Division du noyau.

» C. Fécondation.

» D. Germination de l'œuf.

» E. Comparaison avec les phénomènes de fécondation tels qu'ils sont actuellement connus ailleurs.

» A. Le noyau à l'état de repos possède deux chromosomes, fusionnés en une seule masse formée de nombreux replis chromatiques; au centre, on distingue un nucléole, à la périphérie une membrane nucléaire.

» Ce noyau est petit dans le thalle et la spermogonie, mais il augmente rapidement de volume dans l'écidiospore, l'urédospore et la téleutospore.

» B. La multiplication du noyau se fait à l'extrémité des filaments par division indirecte. Cette division a lieu perpendiculairement au grand axe du tube.

» Lors de la karyokinèse, la charpente chromatique se contracte et se rassemble en un seul cordonnet pelotonné. Le nucléole se montre sur le côté et disparaît dans le protoplasme avant la fin de la division. A ce moment, il apparaît au centre du noyau une ligne de substance transparente, qui partage la masse chromatique en deux chromosomes. Ces corps sont variqueux, parallèles entre eux et à l'axe du tube.

» Au stade suivant, chaque chromosome s'allonge en une petite bandelette, qui se renfle bientôt en massue à ses deux extrémités, tandis qu'elle s'amincit peu à peu au milieu et se sépare en deux moitiés ou chromosomes secondaires. Après la scission, les chromosomes secondaires forment deux couples qui s'écartent progressivement de

(1) *Comptes rendus*, 17 décembre 1894.

l'équateur, et, arrivés aux pôles, chacun des couples donne naissance à un noyau-fille. Enfin, les noyaux-filles s'éloignent de plus en plus l'un de l'autre et prennent bientôt les caractères du noyau à l'état de repos. Peu après, une cloison transversale apparaît au milieu, délimitant deux nouvelles cellules.

» Depuis la sporidie produite par le promycélium jusqu'à la formation de l'écidiospore, chaque extrémité de filament ne possède qu'un seul noyau, qui se divise ainsi que nous venons de l'indiquer : il en résulte que les conidies, produites dans les spermogonies, n'ont qu'un seul noyau.

» A partir de l'écidiospore jusqu'à la téleutospore, chaque extrémité de filament possède deux noyaux qui se divisent parallèlement : il en résulte que l'écidiospore, l'urédospore et la téleutospore ont deux noyaux d'origine différente; dans la téleutospore, la parenté des noyaux se trouve ainsi très éloignée.

» C. Avant la fécondation, on n'observe dans la marche de la division aucune réduction du nombre des chromosomes; les noyaux en présence sont *entiers,* c'est-à-dire qu'ils renferment deux chromosomes. Ces noyaux ont le même volume et la même valeur; ils contiennent de gros nucléoles.

» Durant la fécondation, les membranes nucléaires disparaissent; mais, aussitôt après la fusion, il s'en forme une nouvelle autour du noyau sexuel. Les chromosomes, *au nombre de quatre,* s'unissent en un seul filament nucléaire; ce filament décrit à la surface un certain nombre de courbes qui donnent au noyau un aspect spongieux; au centre, on distingue un gros nucléole qui devient de moins en moins sensible aux réactifs.

» La fusion des éléments nucléaires est toujours complète; de plus, comme chaque noyau apporte deux chromosomes, il en résulte que la substance chromatique se trouve *doublée* et le volume du noyau sexuel augmenté.

» Notre attention doit maintenant se porter tout entière sur le promycélium : c'est là que va se produire la réduction de la substance chromatique.

» D. L'œuf germe par l'intermédiaire d'un promycélium qui fournit quatre sporidies. Le noyau se porte au milieu et se divise en deux autres; mais la figure karyokinétique, au lieu de présenter *quatre chromosomes,* comme ce serait le cas dans la division ordinaire, n'en présente plus que *deux.* Il y a donc, dans cette division, *réduction de moitié du nombre des chromosomes* du noyau sexuel. Les deux chromosomes sont placés à droite et à gauche d'un axe de substance amorphe, qui paraît correspondre à un fuseau nucléaire. Leur volume est deux fois plus grand que dans les noyaux négatifs; cependant la division n'en présente pas moins la même marche et les mêmes caractères.

» A peine cette division est-elle achevée, que les noyaux de la première génération commencent une nouvelle bipartition. Les noyaux ne passent donc pas à l'état de repos pour compléter, par la nutrition, leurs éléments, ce qui fait que la substance chromatique n'augmente pas de volume; ils sont dépourvus de nucléole et de membrane nucléaire. Par suite, les chromosomes sont *moitié plus petits* que ceux du noyau générateur. A part cela, la division n'offre rien de particulier. Les deux chromosomes se retrouvent dans les noyaux de la seconde génération *avec moitié moins de substance chromatique.* En un mot, le noyau sexuel subit deux bipartitions successives : la

première est *réductionnelle du nombre des chromosomes,* la seconde est à la fois *équationnelle et réductionnelle de la substance chromatique.*

» E. Comparons maintenant ces phénomènes de réduction à ceux que l'on observe chez les animaux et les plantes supérieures. Deux types sont aujourd'hui bien étudiés; d'une part, chez les animaux, le *Pyrrochoris Apterus;* de l'autre, chez les végétaux, le *Lilium Martagon.*

» Dans ses recherches sur la fécondation du *Pyrrocharis apterus,* M. Henking a vu que le noyau de l'ovule et le noyau de la cellule mère du spermatozoïde subissaient chacun deux bipartitions. D'après cet auteur, la première est une division réductionnelle du nombre des chromosomes; la seconde, une division équationnelle : il nous semble qu'elle est, de plus, réductionnelle de la quantité de la substance chromatique. Or ces deux divisions sont absolument identiques à celles que nous venons d'indiquer dans le promycélium.

» Dans le *Lilium Martagon,* M. Guignard a également signalé les phénomènes de réduction qui portent sur le nombre des chromosomes dans les noyaux sexuels au moment de la fécondation.

» Chez les Urédinées, on trouve à la fois réduction du nombre des chromosomes et réduction de la substance chromatique, seulement ces phénomènes, au lieu de précéder la fécondation, la suivent, ce qui ne change rien au résultat : *partout l'œuf conserve les propriétés de l'espèce et les transmet intégralement aux descendants avec le même nombre d'éléments chromatiques* (1). »

BOTANIQUE. — *Sur la miellée des feuilles.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

« Sous le nom de *miellée,* on désigne d'une manière générale la substance sucrée qui se produit sur les parties végétatives des plantes, et en particulier des arbres, en certaines circonstances.

» Dans les années ordinaires, c'est pendant les chaleurs de juin et de juillet que l'on voit tomber des arbres de nos pays cette pluie de gouttelettes sucrées, qui recouvre tous les objets placés au-dessous et, en particulier, les feuilles des branches inférieures. En certaines années, où l'été s'est trouvé chaud et sec, par exemple en 1885 et en 1893, la miellée a été très abondante et a fourni aux abeilles une importante récolte.

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Poitiers, dirigé par M. Dangeard.

» On a discuté beaucoup sur l'origine de la miellée (¹). Certains auteurs voient dans la miellée une production due surtout à une exsudation directe des feuilles; d'autres sont, au contraire, d'avis que la miellée n'a jamais une origine directe et est toujours produite par des Pucerons ou des Cochenilles, qui attaquent les feuilles et expulsent la majeure partie du liquide sucré qu'ils ont aspiré.

» J'avais déjà indiqué l'origine de deux miellées différentes, l'une produite par les Pucerons, la plus fréquente; l'autre, produite directement par le végétal (²); mais, comme la tendance actuelle de beaucoup d'entomologistes serait plutôt d'admettre exclusivement la seule origine animale de la miellée, je me suis proposé de rechercher, par des observations et des expériences nouvelles, si réellement on ne doit attribuer l'origine de la substance sucrée des feuilles qu'à cette seule cause.

» Dans certaines circonstances atmosphériques, surtout lorsqu'il y a une grande différence de température entre le jour et la nuit, on peut ne trouver aucun insecte sur les feuilles et voir cependant un liquide sucré qui se réduit en gouttes et qui tombe après le lever du Soleil. L'observation directe, en employant le microscope, par réflexion, ne laisse aucun doute à cet égard; car, après avoir essuyé la feuille avec du papier buvard, on en voir sortir de fines gouttelettes par les orifices des stomates.

» J'ai constaté ce phénomène sur les Épiceas, les Sapins argentés, les Pins silvestres, les Pins d'Autriche, les Chênes, les Érables, les Trembles, les Peupliers, les Aunes, les Bouleaux, les Vignes, et sur des plantes herbacées telles que les Vélars, Roquettes, Scorzonères, Salsifis, etc.

» Dans plusieurs séries d'expériences, j'ai mesuré la quantité de miellée qui se reforme au bout du même temps, sur une feuille donnée, et j'ai trouvé que cette quantité varie beaucoup pendant la journée. Citons l'expérience suivante :

» Le 20 juin, une petite branche de chêne non détachée de l'arbre, sur laquelle j'avais constaté l'absence totale de toute espèce d'insectes, a été mise sous une gaze protectrice. J'ai considéré en particulier une feuille de cette branche qui mesurait environ 15^cq : pour chaque observation, j'essuyais avec du papier buvard toute la surface de la feuille; au bout d'une heure, j'aspirais avec une pipette tout le liquide qui s'était reformé. Voici les résultats obtenus :

(¹) L'historique de la question a été fait par M. Büsgen [*Der Honigtau* (*Jenaisch Zeitschrift für Natur*, 1891)].

(²) G. Bonnier, *Les nectaires* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, p. 65; 1879).

	Température.	État hygrométrique.	Volume de miellée reformée.	Lumière.
6h matin..........	18°,5	0,97	175 mmc	Lumière diffuse
8h matin..........	20,5	0,81	78	Soleil intermittent
10h matin..........	25,5	0,68	28	Soleil constant
Midi..............	27,5	0,60	5	»
2h, 4h, 6h et 8h soir..	»	»	0	»
10h soir............	21,0	0,90	4	Nuit
6h matin..........	17,5	0,96	162	Lumière diffuse

» On voit que la production de la miellée végétale s'annule pendant la journée et augmente progressivement pendant la nuit; c'est ce qui n'a pas lieu pour la miellée produite par les pucerons, dont l'activité, au contraire, se ralentit pendant une nuit froide.

» Par d'autres expériences, j'ai étudié isolément l'influence de l'état hygrométrique, de la lumière et de la température, et, en combinant les causes les plus favorables, j'ai pu provoquer artificiellement l'apparition de la miellée sur des feuilles d'arbres qui n'en présentaient pas naturellement le même jour.

» Bien que les abeilles puissent aller recueillir n'importe quelle matière contenant du sucre, lorsqu'elles n'ont rien de mieux à leur disposition, elles vont toujours butiner, lorsqu'elles ont le choix, là où la substance sucrée est la meilleure. Lorsque la floraison des plantes mellifères est abondante, elles délaissent la miellée, surtout celle qui est produite par les Pucerons; elles y butinent, au contraire, les jours où il y a disette de plantes mellifères.

» Si l'on compare entre elles les compositions chimiques des différentes miellées, on trouve qu'elles varient beaucoup selon les cas.

» M. Maquenne (¹) a montré que le suc non réducteur signalé par Boussingault (²) dans la miellée de Pucerons du Tilleul, est, non pas du sucre de canne, mais de la mélézitose, identique au sucre découvert par M. Berthelot dans la manne du mélèze et à celui signalé par M. Villiers dans la manne de Perse. J'ai constaté, d'autre part, que les miellées de Pucerons peuvent renfermer de la mannite ou une forte proportion de dextrine; j'ai trouvé, par exemple, dans la miellée de Pucerons du Prunier,

---

(¹) MAQUENNE, *Sur la composition de la miellée du Tilleul* (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 127; 1893.

(²) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 87 et 472; 1882.

32 pour 100 d'un sucre non réducteur. En général presque toutes ces miellées sont lévogyres.

» Les miellées d'origine végétale que j'ai analysées ont, au contraire, une composition qui se rapproche beaucoup plus de celle des nectars des fleurs.

» On peut donc conclure de l'ensemble de ces recherches, que :

» *Bien que les Aphidiens et les Cochenilles soient le plus souvent la cause de la miellée, il existe cependant des miellées d'origine végétale, qui diffèrent des miellées de Pucerons par leur mode de production, leur variation diurne et leur composition chimique.* »

BOTANIQUE. — Mucor *et* Trichoderma. Note de M. **Julien Ray**. (Extrait.)

« J'ai, dans une précédente Note, rendu compte de mes observations sur deux champignons, un *Mucor* (*M. crustaceus*) et un *Trichoderma* (voisin de *T. viride*) : ce dernier peut vivre en parasite interne sur *Mucor crustaceus;* j'ai indiqué les modifications résultant de cette association.

» M. Paul Vuillemin présente à son tour (*Comptes rendus*, p. 258 de ce Volume, 3 février 1896) des observations qu'il a faites sur le *Mucor mucedo* et le *Trichoderma viride :* il a constaté aussi des relations entre les deux plantes, mais ces relations ne sont pas de même nature : il s'agit, pour lui, d'un parasitisme externe, voisin du saprophytisme, et l'auteur se demande s'il n'en serait pas de même pour le *T. viride* et le *M. crustaceus*.

» Je puis affirmer de nouveau l'exactitude de mes observations. Et d'abord, ce n'est pas « dans des cultures épuisées, commençant à se dessécher », que j'ai rencontré ensemble et étudié ensuite le *T. viride* et le *M. crustaceus*. Ces deux moisissures se sont développées à la surface d'empois d'amidon, en couche épaisse et parfaitement humide, abandonné dans un cristallisoir; en certaines régions de la surface, le *Mucor* et le *Trichoderma* se trouvaient isolés, chacun en végétation vigoureuse; en d'autres points, le second envahissait le premier. J'ai fait des cultures pures des deux plantes et je les ai examinées chacune séparément. C'est dans de pareilles cultures, très fraîches, que se voyaient les kystes endogènes (ceux qu'on rencontre dans des cultures épuisées de *M. mucedo*).

» J'ai ensuite étudié l'association du *Mucor* et du *Trichoderma*, et l'association naturelle sur l'amidon et l'association artificielle obtenue en semant

des spores de *Trichoderma* dans une culture de *Mucor* : le *Trichoderma pénètre dans le Mucor*, il s'y comporte comme il a été dit dans ma Note du 6 janvier; et s'il pouvait y avoir matière à illusion dans les rapports entre un filament de *Trichoderma* et un tube sporangifère de *Mucor*, il me semble qu'il n'y a plus d'illusion possible quand il s'agit de la présence d'un paquet de filaments *dans la columelle* du *Mucor*. Or, j'ai fait remarquer que, « arrivés dans la columelle, les filaments forment un peloton très enche- » vêtré ». Parmi les sporanges attaqués ainsi, il y en a qui renferment simplement quelques spores; on n'a donc point affaire là aux « derniers rudiments de sporanges » d'une vieille culture. D'ailleurs toutes les altérations que j'ai signalées ont apparu dans des cultures en excellente santé, à la suite de l'introduction du parasite.

» Il y a donc bien parasitisme et *parasitisme interne* du *Trichoderma* sur le *Mucor* (*crustaceus*). C'est bien aussi chose nouvelle que cette association entre Ascomycètes et Mucorinées.... »

GÉOLOGIE. — *Les couches à Hippurites dans la partie moyenne de la vallée du Rhône*. Note de M. **H. Douvillé**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le terrain crétacé supérieur forme dans le nord du département du Gard et dans la Drôme un bassin assez nettement délimité, qui s'étend sur la rive droite du Rhône entre Uzès et Vallon (Ardèche) et se prolonge sur la rive gauche, depuis Uchaux jusqu'à Dieulefit et Nyons. La partie supérieure de la formation crétacée y est représentée par des couches à Hippurites et des lignites, qu'on a généralement rapprochées des couches similaires par lesquelles se termine également le crétacé de la Provence. Nous croyons que ce rapprochement n'est pas justifié et que ces deux systèmes de couches présentent seulement une *analogie de faciès* sans être *synchroniques*.

» Jusqu'à présent, on manquait de documents paléontologiques suffisants pour paralléliser les diverses faunes à Hippurites. Mais l'étude détaillée que nous avons faite de ces derniers fossiles, depuis plusieurs années, nous a montré que, non seulement ils étaient susceptibles d'une détermination rigoureuse, mais encore qu'ils s'étaient modifiés assez rapidement pendant la période du Crétacé supérieur, pour nous fournir des indications précises sur l'âge des couches où on les rencontre.

» Les couches inférieures du bassin que nous étudions sont bien connues

et d'un âge parfaitement déterminé; les grès d'Uchaux avec *Amm. papalis* et *Amm. peramplus* se terminent par une assise à *Amm. Requieni* représentant bien certainement le Turonien supérieur.

» Immédiatement au-dessus le faciès change; les grès fins à Ammonites sont remplacés par des sédiments plus grossiers à faciès littoral : les grès de Mornas dans lesquels les Hippurites apparaissent, puis les calcaires à Hippurites recouverts eux-mêmes par une formation de sables et d'argiles avec lignites; en bien des points, on peut s'assurer qu'il y a passage graduel entre les deux systèmes de couches et, souvent même, les couches à Hippurites alternent avec les lignites. Ce fait a été signalé, notamment par M. Fallot à Piolenc et à Nyons, par Emilien Dumas et M. Sarrau d'Allard à Vénéjean et à Aigaliers. Les lignites du Gard et de la Drôme sont donc intimement liés aux calcaires à Hippurites de la région et leur ont succédé immédiatement. Leur faune est du reste différente de celle du midi de la Provence, comme l'a reconnu M. Matheron (Aigaliers).

» Si nous reprenons maintenant l'étude des calcaires à Hippurites, nous verrons que leur faune est partout la même. A Nyons, M. Paquier a recueilli les *Hippurites resectus, Requieni* et *Moulinsi ;* les mêmes espèces se retrouvent dans les grès de Mornas, tandis qu'à Piolenc les deux premières formes paraissent seules exister. Sur la rive droite, les couches à Hippurites se retrouvent à Gatigues immédiatement au-dessous des lignites, comme à Piolenc; leur faune est un peu plus riche, et, aux espèces précédentes, vient s'ajouter l'*H. giganteus,* recueilli par M. Carez, en plusieurs points du département du Gard et jusque dans les environs de Vallon.

» Cette faune succède à Uchaux au Turonien supérieur; elle a donc, incontestablement, commencé à l'époque *coniacienne,* mais la région considérée ne peut nous fournir aucune limite d'âge supérieur; c'est plus au sud, dans le bassin provençal, qu'il faut aller la chercher.

» La coupe si détaillée des Martigues, relevée par M. Vasseur [1], nous a montré que la faune de Gatigues s'y rencontrait nettement caractérisée au-dessus du Turonien supérieur à *Hipp. inferus* et au-dessous de couches santoniennes à *H. galloprovincialis,* représentées dans les environs de Toulon par les couches du val d'Aren.

» Les couches à Hippurites du Gard et de la Drôme sont donc bien essentiellement coniaciennes, sans qu'il soit possible d'affirmer qu'elles

---

[1] VASSEUR, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1re série, t. XXII, p. 430, et Observations de M. Douvillé, *ibid.*, t. XXIII, *C. R. S.*, p. VII; 21 janvier 1895.

n'empiètent pas un peu sur la base du Santonien. La faune à *Exogyra spinosa,* signalée près de Bagnols par M. Toucas, dans les calcaires à Hippurites, n'est, du reste, pas contraire à cette manière de voir.

» Les lignites qui succèdent aux calcaires appartiennent dès lors au Santonien inférieur, et l'on peut dire, en modifiant très légèrement les conclusions de M. Fallot, que la mer était devenue très peu profonde dans le Gard et la Drôme à l'époque du Coniacien et que, le mouvement d'exhaussement continuant, il n'est plus resté, pendant le Santonien inférieur, que des lagunes dans lesquelles se sont déposés les lignites.

» Au nord, les lagunes étaient en bordure d'une mer plus largement ouverte et qui reculait peu à peu; à Nyons, comme l'a fait remarquer M. Paquier, les lignites reposent sur des couches à Ammonites coniaciennes (*Amm. Haberfellneri, A. petrocoriensis*); à Dieulefit, la faune étudiée par M. Fallot et revisée par M. de Grossouvre, est encore principalement coniacienne, tandis que dans la forêt de Saoû l'*Amm. texanus* indique la présence de la mer santonienne reculant toujours devant les lagunes à lignites.

» Si donc pendant le Turonien il existait dans le Gard et la Drôme un bras de mer plus ou moins analogue à la Manche actuelle, et communiquant librement avec les mers septentrionales, cette communication a commencé à s'obstruer pendant le Coniacien, permettant ainsi l'invasion de la faune méridionale à Hippurites; à la fin du Coniacien, la communication était définitivement rompue, et la mer reculait peu à peu à la fois vers le nord et vers le midi. Elle abandonnait définitivement la Provence à la fin du Santonien, et dans le bassin aquitanien elle se retirait peu à peu vers l'ouest jusqu'à la fin du Campanien. Au sud des Pyrénées, en Catalogne, un mouvement inverse se produisait d'abord, la mer campanienne débordait de toutes parts sur la mer santonienne, puis elle reculait à son tour devant les lagunes du Garumnien.

» Pendant ces divers mouvements la mer septentrionale continuait à baigner le pied occidental des Alpes, dessinant une sorte de bras de mer étroit qui s'avançait au sud en passant à l'est du Diois et pénétrait jusque dans la région des Alpes maritimes. Aucune communication ne paraît avoir existé entre ce bras de mer et les bassins à Hippurites de la Provence.

» La liaison intime des couches à Hippurites avec les grès littoraux de Mornas et avec la formation lignitifère montre que ces dépôts se sont effectués dans une mer très peu profonde. Les Hippurites paraissent donc

avoir été essentiellement des animaux de rivage; les bancs qu'ils forment au milieu des lignites rappellent tout à fait les bancs de grandes huîtres, si fréquents dans le Tertiaire et constitués par des espèces appartenant au groupe de l'Huître de Portugal (*Gryphea angulata*); d'autres fois, leur association avec de nombreux coraux composés et avec des Algues calcaires (*Lithothamnium*), indique qu'ils ont pu descendre jusqu'à la limite inférieure de la première zone littorale, c'est-à-dire jusqu'à la profondeur de 35^m environ. Dans ces conditions, on comprend que ces fossiles puissent fournir des renseignements précieux sur les déplacements successifs des rivages de la mer pendant la période du Crétacé supérieur. »

GÉOLOGIE. — *De l'existence de nombreux Radiolaires dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche*. Note de **L. Cayeux**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le Tithonique supérieur du Sud de l'Ardèche est représenté par des calcaires blancs compacts, pauvres en fossiles et caractérisés par le *Perisphinctes transitorius*.

» Au microscope, ces calcaires se montrent criblés de petits organismes qui présentent deux manières d'être principales :

» 1° Sections en cloches de formes variées, simples ou partagées en deux segments inégaux par un étranglement transversal (hauteur moyenne : $0^{mm},06$);

» 2° Sections circulaires ou faiblement elliptiques (diamètre moyen : $0^{mm},05$).

» Les unes et les autres sont pourvues d'un double contour et treillissées. Ce sont des coupes pratiquées par la section de la roche dans des *Radiolaires* du groupe des *Cyrtoidea*. J'ai reconnu les genres suivants :

» Section des Monocyrtida. — G. *Cornutanna* Hæckel, *Cyrtocalpis* Hæckel et un genre nouveau qui s'intercale entre les deux précédents.

» Section des Dicyrtida. — G. *Sethocephalus* Hæckel, *Dictyocephalus?* Ehrenb.

» A ces formes, je dois ajouter un *Rhopalostrum* Ehrenb. qui est l'unique représentant de l'ordre des *Discoidea*.

« En résumé, des quatre légions de Radiolaires actuels, deux seules existent dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche : ce sont les *Spumellaria* avec le genre *Rhopalostrum*, et les *Nassellaria* avec les formes de *Cyrtoidea* énumérées ci-dessus. Parmi ces derniers, les *Monocyrtida* prédominent de beaucoup et les *Cyrtocalpis* viennent au premier rang. Des recherches ultérieures pourront enrichir cette faune, mais on peut affirmer, dès maintenant, qu'elle a pour caractère d'être peu variée.

» Les autres débris organiques qui prennent part à la formation du calcaire à *P. transitorius* sont des spicules calcifiés de *Spongiaires* et des *Foraminifères*. Ils sont d'une grande rareté.

» J'ai prélevé les échantillons que j'ai examinés dans différentes localités du sud de l'Ardèche : Auriolle, Saint-Alban, Berrias, Banne, etc. Tous sont d'une richesse surprenante en Radiolaires. Ces organismes y sont réunis en telle quantité que parfois ils se touchent. Le calcaire qui les renferme est donc issu d'une boue à Rhizopodes siliceux qui rappelle, par sa richesse en organismes, la boue à Radiolaires du Pacifique. Or, le calcaire à *P. transitorius* n'est nullement siliceux. Tous les Radiolaires, sans exception, ont été calcifiés et la substitution du carbonate de chaux à la silice s'est faite de façon à respecter non seulement la forme des organismes, mais encore les détails de structure de leur test. Ce phénomène de métamorphose est en tous points comparable à celui qui a donné les belles Diatomées calcifiées du calcaire de Sendaï (Japon).

» Tous les genres cités plus haut vivent encore de nos jours. Les *Rhopalostrum* recueillis par le *Challenger* sont pélagiques, à l'exception d'une seule espèce trouvée à 1950 brasses. Les *Sethocephalus* sont uniquement pélagiques. Quant aux *Cornutanna* et *Cyrtocalpis*, ils comptent des espèces tant de surface que de profondeur. Il n'y a donc pas de conclusion bien nette à tirer de la distribution bathymétrique actuelle des Radiolaires du Tithonique supérieur. Mais il y a, entre toutes les formes que j'ai examinées, une telle uniformité de taille et d'épaisseur de test, qu'il faut conclure que leur mode de vie a été le même. Comme un certain nombre sont exclusivement pélagiques, j'incline à penser que tous ont été des animaux de surface.

» Mes recherches n'ont porté que sur des échantillons de l'Ardèche, mais je suis convaincu que la même composition organique se retrouvera au niveau de *P. transitorius*, bien au delà des limites de ce département. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le mode de formation des minerais aurifères du Witwatersrand (Transvaal)*. Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Note antérieure ([1]), nous avons résumé nos principales observations sur les minerais aurifères du Witwatersrand; nous allons essayer d'en tirer quelques conclusions :

» Ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le dire, si nous considé-

([1]) Séance du 3 février 1896.

rons, d'abord, la formation des quartzites et conglomérats aurifères, indépendamment de l'or qui s'y rencontre, nous croyons qu'on a affaire là à des dépôts très étendus, et nullement restreints à la petite cuvette lacustre que l'on a parfois imaginée, dépôts ayant commencé par être à peu près horizontaux et devant leur allure actuelle à un plissement postérieur, qui y a constitué un grand synclinal nord-est-sud-ouest.

» Quant à la présence de l'or, qui n'est en aucune façon nécessairement liée au développement des conglomérats et doit, au contraire, selon toutes vraisemblances, constituer un fait relativement local, toutes les hypothèses que l'on peut tenter pour l'expliquer se ramènent forcément à trois : l'or a-t-il été formé avant, pendant ou après le conglomérat?

» Dans la première théorie, or et galets résulteraient de la destruction d'anciens filons de quartz, dont les débris auraient été simplement soumis à un charriage et à une préparation mécanique, c'est-à-dire que l'on aurait affaire à un véritable placer de la période primaire. Comme il est nécessaire d'expliquer ce fait capital et d'observation constante que l'or et la pyrite sont exclusivement dans le ciment, jamais dans les galets, on peut, à la rigueur, ajouter, pour justifier cette thèse, que les parties aurifères des quartz, étant les plus friables, ont été les plus complètement détruites, et que les fragments se sont fendus suivant les veinules de pyrite aurifère constituant des lignes de moindre résistance, tandis que les noyaux stériles subsistaient, ou encore que les galets ont été apportés d'un côté dans le bassin de sédimentation, tandis que le sable fin du ciment, la pyrite et l'or y arrivaient d'un autre.

» Dans la seconde supposition, celle de la formation contemporaine de l'or et des sédiments, il y aurait eu, probablement sur une plage, où des fragments de quartz d'une origine quelconque étaient triturés et roulés par les vagues, de l'or et du sulfure de fer en dissolution dans l'eau, substances qui se seraient précipitées chimiquement comme les sulfures cuprifères du Mansfeld, en Allemagne, ou les nodules plombifères des grès de Commern et de Mechernich, dans la Prusse rhénane, ou encore les minerais de cuivre associés aux conglomérats du Boléo et, roulées sur place par les vagues, se seraient déposées plus ou moins pêle-mêle avec les galets. Pour tenir compte de ce fait caractéristique que l'or est presque exclusivement dans les conglomérats et non dans les grès intermédiaires, on admettrait l'influence d'une préparation mécanique ayant concentré l'or et la pyrite, en leur qualité d'éléments lourds, avec les galets les plus gros, comme cela s'est passé pour tous les dépôts d'alluvions aurifères. Peut-être aussi pourrait-on remarquer que le passage d'un conglomérat à un grès dans une

série de dépôts sédimentaires correspond, soit directement à un mouvement du sol, soit à une modification dans le régime des courants (qui a pu être produite par un mouvement du même genre) et supposer, dès lors, que ce mouvement aurait amené chaque fois un épanchement de sources sulfureuses renouvelant les éléments métallifères en dissolution dans l'eau.

» Il n'est pas difficile d'expliquer, dans cette théorie, la présence de la pyrite cristalline, à côté de la pyrite roulée, par une recristallisation dont nous connaissons nombre d'exemples; d'autre part, en toute hypothèse, les surfaces des galets ont dû exercer une action précipitante, et le dépôt a dû se former sur eux, comme on le constate fréquemment pour des cailloux placés dans une eau ferrugineuse ou calcaire, qui se recouvrent bientôt de rouille ou de carbonate de chaux. La précipitation de l'or en dissolution n'est pas non plus difficile à expliquer, et il n'est pas nécessaire de démontrer la présence de matières organiques réductrices (dont on peut pourtant signaler des exemples à Buffelsdorn, à l'Orion, etc.); l'or est précipité de ses dissolutions par toute espèce d'influences, entre lesquelles on n'a que l'embarras du choix. Enfin, l'origine première de l'or peut être attribuée, soit à des sources chaudes tenant de l'or et de la silice en dissolution, comme celles auxquelles on attribue la formation des quartz aurifères filoniens, soit même à la destruction de filons de ce genre, mais destruction suivie ici d'une dissolution chimique, au lieu d'être limitée à une simple préparation mécanique.

» La vraie difficulté, que nous ne nous dissimulons pas, dans cette hypothèse, c'est qu'il faut supposer, pendant le laps énorme de temps ayant dû s'écouler depuis le dépôt de la première couche aurifère de Rietfontein jusqu'à la dernière du Black reef, la présence persistante, ou le retour très fréquent dans l'eau de mer concentrée, de sulfures de fer et d'or en dissolution.

» Enfin, la troisième théorie, qui nous a un moment paru très séduisante, mais que la présence à peu près constante de pyrite roulée dans les minerais nous a forcé à abandonner, c'est que l'imprégnation pyriteuse et aurifère s'est produite postérieurement au dépôt du conglomérat, indépendamment de la nature et de l'origine de ses galets et seulement en relation avec leur dimension, leur structure physique et leur disposition.

» Même dans cette hypothèse, on ne peut supposer que l'intervalle de temps entre le dépôt des galets et la présence du ciment métallifère ait été bien long puisque, dans le cas du Black reef, la contemporanéité de la

formation aurifère et de la sédimentation est à peu près incontestable et que, d'ailleurs, on ne trouve guère de couches de galets un peu anciennes sans que ces galets aient été déjà soudés par de la silice. Mais on n'a besoin d'invoquer qu'une seule venue sulfureuse au lieu d'en admettre toute une série; on rend compte de la localisation fréquente de l'or dans de petits conglomérats situés entre les quartzites et les schistes (le contact d'une couche schisteuse étant toujours propice à la circulation des eaux), et l'on explique également comment la venue aurifère est indépendante de la nature des galets, auxquels on n'attribue plus que le rôle d'un filtre, dont les éléments n'ont aucune raison de renfermer de l'or par eux-mêmes; la localisation de l'or dans les couches à galets résulterait alors de ce que les interstices y étaient plus largement ouverts à la pénétration des eaux que dans les sables des quartzites et, si l'on admettait un rapport entre l'or et les roches éruptives ou entre la teneur et la pente des couches, ces phénomènes deviendraient également très simples à comprendre.

» Cette hypothèse a cependant le défaut de ne pas bien expliquer pourquoi des couches à galets de même grosseur et identiques comme structure physique sont, à quelques mètres de distance, les unes aurifères, les autres stériles, et surtout elle est absolument incompatible avec la présence constante de la pyrite roulée.

» En résumé, nous trouvons à la première et à la troisième hypothèse deux objections qui nous paraissent trop fortes pour les négliger; d'une part, au simple dépôt de placer le fait que jamais aucun galet, si gros qu'il soit, ne contient d'or; d'autre part, à l'imprégnation postérieure, l'état roulé de la pyrite : nous sommes donc conduit à admettre, comme la plus vraisemblable, la seconde hypothèse, c'est-à-dire une précipitation chimique de l'or et de la pyrite pendant la sédimentation même. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un mode de formation hypothétique des conglomérats aurifères du Transvaal.* Note de M. **E. Cumenge**, présentée par M. Friedel.

» L'intérêt qui s'attache à la colossale formation aurifère de l'Afrique australe m'engage à publier, à la suite de mon voyage au Witwatersrand, une hypothèse sur le mode de formation des conglomérats aurifères de cette région.

» Déjà, dans mon Ouvrage sur l'Or, j'avais signalé, comme devant être

pris en considération, le rôle que peuvent avoir joué les auro-silicates alcalins dans la genèse du métal précieux. Je viens aujourd'hui soumettre à l'Académie les premiers résultats de mes expériences, en montrant un conglomérat aurifère artificiel, laissant à de plus savants que moi le soin d'en tirer des conclusions définitives.

» Tout le monde connaît le produit, appelé vulgairement *liqueur des cailloux*, que l'on obtient en attaquant à chaud la silice par une liqueur alcaline. M. Daubrée a même montré qu'il se formait du silicate alcalin par l'agitation prolongée de galets feldspathiques en présence de l'eau. Il est donc plus que probable qu'à certaines époques géologiques les silicates alcalins ont existé en abondance dans les eaux des mers géologiques anciennes et dans les émanations hydrothermales à la suite desquelles se sont formés les gîtes métallifères.

» Mes premières expériences avaient pour point de départ l'*acide aurique* et j'avais montré qu'un aurate alcalin pouvait se combiner avec des silicates pour former des verres diversement colorés. Je me suis attaché, dans mes nouvelles expériences, à prendre comme point de départ les sels d'or, les chlorures, fluorures ou tellurures d'or étant probablement la forme sous laquelle les émanations souterraines ont amené le métal précieux à la surface.

» Si l'on prend une petite quantité d'or, qu'on le dissolve dans l'eau régale et que l'on rende la liqueur alcaline par l'addition d'un excès d'alcali caustique, il ne se forme pas de précipité sensible, et l'or reste dans la liqueur, probablement à l'état d'aurate alcalin.

» Si, d'autre part, on prend une dissolution claire de liqueur des cailloux et qu'on l'additionne de la liqueur alcaline aurifère, il ne se forme pas de précipité, et l'on doit admettre l'existence d'un auro-silicate alcalin en dissolution.

» Enfin, si la précédente liqueur est saturée par de l'acide carbonique, à l'aide d'un appareil à eau de Seltz, par exemple, toute la silice est précipitée à l'état de silice gélatineuse, entraînant l'or en parcelles infinitésimales.

» On ne dispose pas, dans un laboratoire, des forces de la nature, ni du temps, ce facteur si important dans les formations géologiques, aussi ai-je dû employer la chaleur pour passer à la silice compacte aurifère; je mets sous les yeux de l'Académie de la silice grenue, obtenue en laissant simplement à l'air le produit bien lavé de la décomposition par l'acide carbonique.

» J'ai ajouté pour figurer le conglomérat, dont la pâte siliceuse forme le ciment, quelques petits cailloux de quartz, le tout représentant assez bien le conglomérat aurifère du Rand. Ainsi que dans ce dernier l'or est à peine visible; cependant, comme l'échantillon artificiel est très riche, on peut y apercevoir à la loupe quelques très fines lamelles d'or qui a cheminé dans la masse pour se rassembler.

» On peut objecter qu'il reste très probablement un peu d'alcali dans la silice gélatineuse de l'expérience et que c'est à la faveur de cet alcali qu'une espèce de fusion, où plutôt de *fritte* s'est produite; mais rien ne dit que la même circonstance ne se soit pas présentée dans les phénomènes naturels. La présence du mica et des matières chloriteuses dans le ciment quartzeux des conglomérats du Rand semblerait attester, en même temps, la présence des alcalis dans la masse originelle siliceuse et celle du chlore ou du fluor dans les émanations hydrothermales qui, suivant nous, ont apporté à ce ciment son appoint de métal précieux.

» Cette Note n'a pas la prétention d'expliquer tous les phénomènes géologiques du Witwatersrand, au sujet desquels M. Robellaz et moi comptons publier des documents plus étendus, mais peut-être ces expériences, que je compte continuer sous une forme plus rapprochée des conditions naturelles, pourront-elles jeter un jour nouveau sur la genèse de l'or. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques formes nouvelles ou rares de la calcite des géodes du calcaire à entroques de Couzon (Rhône).* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« L'étude que j'ai faite récemment des beaux cristaux de calcite que l'on trouve dans les géodes quartzeuses du calcaire à entroques des carrières de Couzon, et que je me propose de poursuivre, m'a conduit à y reconnaître un certain nombre de faces nouvelles ou rares. Les combinaisons de formes y sont des plus variées; et Bournon, qui, le premier, avait signalé l'intérêt de ce gisement à Romé de l'Isle, en a figuré un bon nombre dans son Traité de la chaux carbonatée (Londres, 1808).

» Je ne m'occuperai ici que de celles où le rhomboèdre $e^1(11\bar{1})$ et le scalénoèdre $d^2(20\bar{1})$ réunis sont les formes dominantes.

» J'ai observé sur ces cristaux, remarquables par leur netteté, le poli de leurs faces principales et leur limpidité.

» 1° Parmi les formes connues et communes :

» Le primitif $p(100)$, le prisme $e^2(11\bar{2})$, le rhomboèdre inverse $b^1(110)$, les rhomboèdres directs $e^4(4\bar{1}\bar{1})$, $e^3(3\bar{1}\bar{1})$, le rhomboèdre inverse $e^1(11\bar{1})$, les scalénoèdres directs $b^6(610)$, $b^5(510)$, $b^4(410)$ et $b^2(210)$, le scalénoèdre direct $d^2(20\bar{1})$ et le scalénoèdre inverse $e_{\frac{1}{2}}(12\bar{2})$;

» 2° Parmi les formes connues, mais plus rares :

» Le rhomboèdre inverse $e^{\frac{11}{6}}(6.6.\overline{11})$, les scalénoèdres directs $d^{\frac{7}{4}}(70\bar{4})$, $d^{\frac{5}{3}}(50\bar{3})$, $d^{\frac{3}{2}}(30\bar{2})$ et le rhomboèdre inverse $\left(d^{\frac{1}{3}}d^1b^{\frac{1}{2}}\right) = (13\bar{2})$ noté du signe ɤ par M. Des Cloizeaux.

» Outre ces dix-sept formes déjà connues, j'ai pu déterminer les formes nouvelles suivantes :

» Les scalénoèdres directs $b^{\frac{9}{2}}(920)$, $b^{\frac{10}{3}}(10.3.0)$, $b^{\frac{17}{6}}(17.6.0)$, $b^{\frac{13}{6}}(13.6.0)$ et $b^{\frac{7}{4}}(740)$; et un rhomboèdre direct $e^{\frac{19}{6}}(19.\bar{6}.\bar{6})$. Notons, en passant, que Sella fait mention d'un rhomboèdre voisin de celui-ci, savoir $e^{\frac{20}{6}}(20.\bar{6}.\bar{6})$.

» Enfin, je signalerai un scalénoèdre inverse, qui, bien qu'indiqué par Haüy comme existant sur des cristaux de calcite du Hartz et noté par lui du chiffre 2 dans la variété cristallographique qu'il désignait sous le nom d'*Amblytère*, semble avoir échappé aux cristallographes français. Mais il a été signalé par M. Francesco Sansoni dans son Mémoire sur les formes cristallines de la calcite d'Andreasberg (1884). Outre la mention que M. Sansoni fait de la description d'Haüy (voir l'Atlas du *Traité de Minéralogie* d'Haüy, *fig.* 141, *Pl. XIX*), ce savant cite encore la forme dont il s'agit sur des cristaux d'Andreasberg (*Miniera Felicitas* et *Miniera Gnade Gottes*); mais il ne donne aucune mesure d'angles à cause du mauvais état des faces (*poco sviluppate, puntegiatte, semi opache*); il ne donne pas davantage de figure des combinaisons qu'il cite. Comme il est dit plus loin, Haüy avait fourni les incidences de ces faces. J'ai retrouvé très constamment ce scalénoèdre sur les cristaux de Couzon du type dominant e^1d^2, ordinairement à l'état de très petites faces, déjà pourtant discernables à l'œil nu, mais très visibles à la loupe, et accompagnées des faces $e_{\frac{1}{2}}$. Quelques cristaux, où il s'est trouvé plus développé, m'ont donné de bonnes mesures et m'ont permis, par suite, d'en calculer la notation.

» Ces diverses formes nouvelles appartiennent à des zones étudiées. L'emploi des formules des faces tantozonales m'a conduit pour le scalé-

noèdre 2 d'Haüy à la notation $\left(d^{\frac{1}{287}} d^{\frac{1}{851}} b^{\frac{1}{713}}\right) = (851.287.\overline{713})$. Je lui substitue, avec une différence de quelques minutes, la notation plus simple $\left(d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{6}} b^{\frac{1}{5}}\right) = (62\overline{5})$ ou, en Bravais, $(4.7.\overline{11}.3)$ et, en Naumann, $-\frac{11}{3} r \frac{11}{4}$. Signalons, en passant, une erreur de M. Sansoni, qui, page 505 de son Mémoire, note cette forme $r\frac{11}{3} = (7.21.\overline{11}.3)$. Je représente, pour abréger, cette face par la lettre *k*.

» Parmi les formes rares citées plus haut, deux méritent une mention spéciale. L'une d'elles, $e^{\frac{11}{6}}$, n'a été indiquée que par Hessenberg, sous le symbole très voisin $e^{\frac{31}{17}}$, sur un cristal de Bleiberg, en Carinthie (*Manuel de Minéralogie* de M. Des Cloizeaux, t. II, p. 106); elle a été retrouvée par M. Des Cloizeaux sur des cristaux de quartz du Brésil, du Dauphiné, du Valais et de Traverselle (*Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz*, p. 32). L'autre $\left(d^{\frac{1}{3}} d^{1} b^{\frac{1}{2}}\right) = \varepsilon$, de M. Des Cloizeaux, très constante sur les cristaux de Couzon, de la combinaison dominante $e^1 d^2$, forme une bordure étroite entre e^1 et d^2, striée parallèlement à l'intersection de ces deux faces.

» Les faces p, e^3, e^1, d^2, k et $e_{\frac{1}{2}}$ sont nettes et miroitantes, ainsi que $e^{\frac{19}{6}}$; les faces b sont toutes presque toujours plus ou moins finement striées parallèlement à leurs intersections mutuelles; la face e^4, très étroite et toujours striée parallèlement à son intersection avec e^3, n'est déterminable que par la considération des zones; la face $e^{\frac{11}{6}}$ est un peu ondulée; les faces $d^{\frac{7}{4}}$, $d^{\frac{5}{3}}$ et $d^{\frac{3}{2}}$ donnent d'assez bonnes incidences; enfin e^2 présente des surfaces fort irrégulières.

Angles principaux des faces ci-dessus.

	Calculés.	Mesurés.	Observations.
$pb^{\frac{9}{2}}$	171°.14′	171°. 7′	
$pb^{\frac{10}{3}}$	164.57	164.52	
$pb^{\frac{17}{6}}$	162.41	162.48	
$pb^{\frac{13}{6}}$	158.17	158.16	
$pb^{\frac{7}{4}}$	154.21	154. 5	
$pe^{\frac{19}{6}}$	150.28	150.28	
pe^3	148.54	148.54	Sur une macle suivant a^1.

	Calculés.	Mesurés.	Observations.
pd^2	150°.58′	151°. 6′	Sur une macle suivant a^1.
$pd^{\frac{7}{4}}$	147. 3	147. 2	Id.
$e_{\frac{1}{2}}e_{\frac{1}{2}}$	92. 9	91.49	Sur e^4.
kk	105.56	106.10	Sur e^4 Haüy a donné 106° 13′ 30″.
d^2d^2	144.24	144.21	Sur e^4.
$ke_{\frac{1}{2}}$	173. 7	173. 3	
$d^2e_{\frac{1}{2}}$	153.52	153.55	
kd^2	160.46	160.55	Adjacent.
kd^2	125.10	125.10	Sur e^4.
kk	140.17	139.56	Sur e^1 Haüy a donné 139° 52′ 50″.
$ke^{\frac{11}{6}}$	155.13	155.21	
e^3d^2	160.36	160.31	
$e^3\beta$	144.22	144. 4	
e^3e^1	122.55	122.52	
$d^2\gamma$	163.26	163.33	
βe^1	158.53	158.48	
$\beta\beta$	137.46	137.36	Sur e^1

Angles d'une macle suivant a^1.

$p\bar{p}$	89.13	89.31
e^3e^{-3} ...	151.33	151.37

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les hautes pressions atmosphériques du mois de janvier* 1896. Note du P. **M. Dechevrens.**

« Observatoire Saint-Louis (Jersey), 5 février 1896.

» Les hautes pressions atmosphériques qui, depuis un mois, règnent sur l'Angleterre, la France et le centre de l'Europe, ne peuvent manquer d'attirer l'attention des météorologistes. A l'observatoire Saint-Louis de Jersey (île de la Manche), la pression moyenne pour le mois de janvier s'est élevée à $766^{mm},12$ à l'altitude de 55^m, et à $771^{mm},32$ au niveau de la mer; la plus grande hauteur barométrique, pendant cette longue période, $784^{mm},93$ au niveau de la mer, a été enregistrée le 30 à 9^h m.

» J'ai essayé d'assigner les circonstances qui ont pu donner lieu à un

déplacement si persistant du maximum de pression localisé normalement sur l'Atlantique près des Açores. Je crois pouvoir démontrer que ce fait se reproduit périodiquement en janvier, à peu près tous les dix-neuf ans, sous l'action combinée du Soleil et de la Lune, celle-ci étant alors dans les conditions de distance à la Terre et de déclinaison qui entraînent pour elle un minimum de force attractive.

» L'influence de la Lune sur le baromètre ne fait plus de doute aujourd'hui; ce qu'on sait peut-être moins, c'est que les variations de sa puissance attractive produisent, dans la pression atmosphérique, une variation de sens contraire; le baromètre baisse à mesure que la distance de notre satellite, au centre de la Terre et à l'équateur, diminue. Du moins, c'est ce que m'a montré l'étude d'une longue série d'observations barométriques faites à Paris depuis l'année 1757, mise en ordre et publiée par M. Renou, dans les *Annales du Bureau central météorologique de France*, t. I, année 1880.

» Les attractions différentielles du Soleil et de la Lune sont proportionnelles au cube de leurs diamètres apparents. Le calcul par la formule de Laplace, pour déterminer le coefficient de la marée, m'a indiqué que les années 1884-85 ont été celles du maximum de l'action combinée des deux astres, et les années 1894-95 celles du minimum. Admettant que l'action sur l'atmosphère n'est pas plus instantanée que sur la mer, qu'il lui faut de quatre à cinq semaines pour avoir son plein effet, je trouve pour les distances à la Terre de notre satellite en particulier, en décembre 1884 et 1895, les valeurs suivantes : 380941^{km} et 387352^{km}. En décembre 1895, la Lune était donc, en moyenne, d'un rayon terrestre plus éloignée de nous qu'en décembre 1884. De ce chef, l'intensité de son attraction différentielle aux deux époques, était dans le rapport de 95 à 100. Si l'on fait intervenir les déclinaisons de l'astre, le rapport est plus faible encore, 92 à 100. Quant aux actions combinées du Soleil et de la Lune, elles furent, dans ces circonstances, dans le rapport de 96 à 100. Il était donc naturel d'attendre de fortes pressions en janvier 1896. Je le prouve par des moyennes générales.

» Pour atténuer l'effet des anomalies inévitables, dans une longue série d'observations relatives à un phénomène dépendant de causes très diverses, j'ai partagé les sept séries de moyennes mensuelles de la hauteur du baromètre à Paris, correspondant à sept révolutions du cycle de dix-neuf années dit de Méton, en quatre groupes comprenant le 1er, le 2^{e} et le 4^{e}, chacun cinq années; le 3^{e}, quatre seulement. Je ne donne ici que ce qui regarde le mois de janvier.

Hauteur du baromètre en janvier dans le cycle de Méton.

1re époque. — Minimum de l'action des astres.....	mm 758,04	(35 mois)
2e époque. — Action croissante..................	57,13	(35 mois)
3e époque. — Maximum de l'action..............	55,40	(28 mois)
4e époque. — Action décroissante................	56,60	(35 mois)

» Si la série des observations barométriques de Paris depuis 1757, telle que l'a préparée et publiée le météorologiste consciencieux qu'est M. Renou, est acceptable, les résultats de l'étude que j'en ai faite sont loin d'être dénués d'intérêt et de valeur; il semble même qu'ils peuvent avoir une grande portée au point de vue de la prévision du temps à longue échéance.

» Les hautes pressions qui ont régné en janvier et au commencement de février n'ont pas été, dans nos contrées, accompagnées de froids, et cela aussi bien par les vents d'est et nord-est que par ceux d'ouest et sud-ouest. Pourquoi? D'après les idées que j'ai exposées à plusieurs reprises sur les rapports de la température de l'air avec la pression dans les tourbillons atmosphériques, toutes les fois que l'air sur une contrée prend un mouvement franchement divergent ou de dispersion, il y a refroidissement; si son mouvement est convergent ou de concentration, il y a réchauffement. Or, pendant toute la période en question, la France, en particulier, s'est trouvée presque sous la verticale du maximum des hautes pressions; l'air, descendant avec lenteur, ne présenta habituellement qu'un mouvement également lent vers l'extérieur; il était produit plutôt par l'écrasement de la surcharge que par un véritable appel du dehors. Il ne se produisait pas, à proprement parler, de dispersion, il n'y eut pas de froid résultant. Par contre, cette dispersion avait lieu dans l'est de l'Europe, vers les vastes surfaces de l'Asie, et les froids ont été le partage de la Russie, de la Pologne et de la Hongrie, quoique la pression y fût moins élevée que dans nos contrées plus occidentales.

» Puisque je viens de parler de la série des observations du baromètre faites à Paris depuis 1757, qu'on me permette encore d'y signaler l'existence d'une variation à très longue période. Si l'on fait, par exemple, la courbe de la variation des moyennes quinquennales de chacune des quatre époques dans lesquelles j'ai cru pouvoir partager les 19 années du cycle de Méton tout le long de la série, on rencontre, vers 1780, un maximum bien caractérisé, $758^{mm},8$; la courbe descend ensuite sans de trop grandes irrégularités jusqu'au minimum moyen de $755^{mm},2$ vers l'année

1843, pour remonter ensuite même assez rapidement jusqu'à notre époque actuelle. Entre le maximum et le minimum, 63 années environ se seraient écoulées, de sorte que la variation ne serait achevée qu'en cent vingt-six ans approximativement.

» Je ne vois pas, pour le moment, à quelle cause cosmique, solaire ou lunaire, on pourrait rattacher cette intéressante et importante variation de la pression atmosphérique. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 février 1896.

(*Suite.*)

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. 31 janvier 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 28 janvier 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin zoologique de France pour l'année 1895. Paris, 1895; 1 vol. in-8°.

Ville d'Angers. Congrès scientifique à l'occasion de l'Exposition nationale de 1895. Angers, Germain et Grassin, 1895; 1 vol. in-8°.

Sur les travaux géodésiques en Sibérie et dans les pays limitrophes, par le général Koversky. Saint-Pétersbourg, 1896; 1 vol. in-4° avec Carte.

Der thermische Aufbau der Klimate aus den Warmewirkungen der Sonnenstrahlung und des Erdinneren, von Dr. W. Zenker (Berlin). Halle, 1895; in-4°. (Présenté par M. Marey.)

Julius Plückers gesammelte wissenschaftliche Abhandlungen. Leipzig, 1896; gr. in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXXVII. 1890. *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*. Volume VII. Roma, 1894; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 FÉVRIER 1896.

Géologie de l'Indo-Chine, par M. A. PETITON, ancien Ingénieur chef du Service des mines en Cochinchine. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 2. 30 janvier 1896. Paris, G. Carré; in-4°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1895; in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Février 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Janvier 1896. Paris, L. Maretheux; 1 fasc. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie. Rédacteur en chef : GASTON TISSANDIER. 8 février 1896; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 4 février 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. Paris, G. Masson; in-8°.

Ligue nationale contre l'alcoolisme. Bulletin de la Société française de tempérance. Année 1895. N° 4. Paris, Asselin et Houzeau; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du professeur D[r] M. MENZBIER. Année 1895. N° 2. Moscou, 1895; in-8°.

Catalogue of scientific Papers (1874-1883) *compiled by the Royal Society of London.* Vol. XI. London, C. J. Clay and sons, 1896; in-4°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1894. Wien, 1895; in-4°.

Rivista di artiglieria e genio. Gennaio (Volume I). Roma, 1896; in-8°.

Bergens Museums Aarbog for 1894-95. *Afhandlinger og Aarsberetning udgirne af Bergens Museum.* Bergen, 1896; gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du carbure de cérium.* Note de M. Henri Moissan.

« Nos recherches sur les carbures alcalino-terreux nous ont conduit à étudier les combinaisons du carbone avec les métaux de la cérite. Nous devons rappeler que M. Otto Petterson, dans un Mémoire ayant pour titre : *Contributions à la Chimie des éléments des terres rares* (1), a préparé, en appliquant notre méthode du four électrique, les carbures de lanthane, yttrium, erbium et holmium. M. Petterson n'a donné à ce sujet aucune analyse des carbures d'hydrogène produits en présence de l'eau. C'est, au contraire, sur ce point que nos expériences ont été particulièrement dirigées.

(1) Petterson, *Supplément des Comptes rendus de l'Académie royale suédoise*; t. II, 2e série, no 1; 1895.

» *Préparation du carbure de cérium.* — Le bioxyde de cérium pur CeO^2 [1], de couleur blanche, est intimement mélangé avec du charbon de sucre dans les proportions suivantes :

Charbon de sucre	48
Bioxyde de cérium	192

Elles correspondent à l'équation

$$CeO^2 + 4C = C^2Ce + 2CO.$$

» La réduction se fait au four électrique à une température relativement basse. L'oxyde fond tout d'abord; il se produit ensuite un bouillonnement dû au dégagement d'oxyde de carbone. On arrête la chauffe, lorsque la matière est en fusion tranquille. Cette préparation s'effectue dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités. Avec un courant de 300 ampères et 60 volts, la réduction complète de 100^{gr} d'oxyde de cérium exige huit à dix minutes. Elle se produit en trois minutes avec 600^{gr} de matière lorsque l'on dispose d'un courant de 900 ampères et 50 volts.

» Nous avons eu l'occasion, dans ces recherches, de préparer plus de 4^{kg} de carbure de cérium.

» *Propriétés.* — Le carbure de cérium se présente sous forme d'un culot homogène à cassure cristalline. Abandonné à l'air, il se délite facilement, en se recouvrant d'une poudre de couleur chamois; en même temps, il dégage une odeur alliacée caractéristique rappelant celle de l'allylène.

» Examiné au microscope dans la benzine, le carbure, finement pulvérisé, présente des fragments cristallins, parmi lesquels se rencontrent des parties d'hexagone bien nettes, transparentes, d'un jaune rougeâtre. Quand ils ne renferment pas de graphite, ces petits cristaux sont tout à fait transparents. La densité du carbure de cérium prise dans la benzine est de 5,23.

---

[1] Pour préparer ce bioxyde, on est parti de la cérite qui a été attaquée par l'acide sulfurique. Les sulfates obtenus ont été transformés en oxalates, et enfin ces oxalates ont été amenés à l'état de nitrates. En appliquant à ces nitrates la méthode de Debray ou plutôt en fondant ces nitrates dans un bain de nitrate double de potassium et de sodium fusible à plus basse température d'après M. Étard, on a pu précipiter le cérium sous forme d'oxyde cérique empâté de nitrate basique, de lanthane et de didyme. En reprenant les nitrates par l'acide sulfurique étendu, il reste un oxyde de cérium jaune pâle, sur lequel on répète trois ou quatre fois le même traitement pour l'amener à un état de pureté suffisant.

» Le fluor n'attaque pas ce carbure à froid, mais, par une légère élévation de température, il se produit une vive incandescence, et il se dégage un fluorure blanc volatil.

» Le chlore attaque ce composé vers 230°; il se produit du chlorure de cérium qui empâte le graphite.

» Le brome et l'iode réagissent de même avec incandescence, mais à des températures plus élevées.

» Dans l'oxygène, le carbure de cérium brûle avec éclat au rouge, en produisant un résidu cristallin d'oxyde et en dégageant de l'acide carbonique. La réaction est complète; elle nous a permis de doser le métal et le carbone total. La vapeur de soufre fournit également, avec incandescence, un sulfure de cérium qui, au contact des acides, dégage de l'hydrogène sulfuré. Le sélénium réagit de même au-dessous du rouge sombre.

» L'azote et le phosphore sont sans action sur le cérium à la température de ramollissement du verre.

» Le carbone se dissout dans le carbure de cérium en fusion et cristallise dans la masse sous forme de graphite.

» L'acide chlorhydrique gazeux attaque le carbure de cérium à 650° avec incandescence. Il se produit du chlorure mélangé à un résidu volumineux de charbon; en même temps, il se dégage de l'hydrogène.

» L'acide iodhydrique fournit au rouge sombre un iodure dans les mêmes conditions.

» Au rouge, l'hydrogène sulfuré fournit un mélange de graphite et de sulfure de cérium. A la température de 600°, l'ammoniaque n'a pas produit d'azoture.

» Les oxydants agissent énergiquement sur ce composé. Le chlorate et le permanganate de potassium l'attaquent avec incandescence aussitôt qu'ils sont fondus.

» La décomposition est moins vive avec l'azotate de potassium.

» La potasse fondue et le carbonate de potassium en fusion décomposent le carbure de cérium avec un grand dégagement de chaleur, production d'hydrogène et d'oxyde d'un blanc jaunâtre.

» L'acide sulfurique concentré n'agit pas à froid et, à chaud, il produit un dégagement d'acide sulfureux. L'acide azotique fumant n'a pas d'action et l'acide étendu agit surtout par l'eau qu'il contient.

» La réaction la plus caractéristique du carbure de cérium est celle qu'il fournit au contact de l'eau. En laissant tomber quelques gouttes

d'eau sur un fragment de carbure, la température est assez élevée pour qu'il y ait vaporisation du liquide. En présence d'un excès d'eau, la réaction, violente au début, ne tarde pas à se calmer et ne se termine qu'après dix à douze heures.

» Le carbure de cérium produit, par sa décomposition, un hydrate de cérium blanc, qui, au contact de l'air, prend une coloration lie de vin.

» Les gaz qui se dégagent sont formés surtout d'acétylène et de méthane. Ils nous ont donné, à l'analyse, les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.
Acétylène......	75,00	75,50	76,69	76,42	75,64
Éthylène.......	3,52	4,23	»	»	»
Méthane.......	21,48	20,27	»	»	»

» Ces chiffres ont été obtenus avec des carbures bien exempts de calcium, et traités par un excès d'eau à la température ordinaire.

» Cette décomposition, assez constante en acétylène et en méthane, nous avait amené à penser que nous pouvions nous trouver en présence de deux corps simples voisins qui donneraient, sous forme de carbure gazeux, pour le premier, de l'acétylène, et, pour le second, du méthane. C'est ce qui se produirait, par exemple, pour un mélange d'alumine et de chaux amené à l'état de carbure.

» En partant de cette idée, nous avons alors essayé de fractionner le carbure de cérium en l'attaquant par l'eau, par des acides minéraux très étendus, ou par des acides organiques dans des conditions différentes. Sur ce point, tous nos essais ont été infructueux.

» L'action de la température élevée du four électrique agissant sur le carbure de cérium, de façon à produire une distillation partielle, qui pouvait nous enrichir de l'un des carbures, les produits de tête ou de queue, ne nous a pas fourni de meilleurs résultats [1].

» De ces différentes recherches, nous avons tiré les conclusions suivantes :

» Lorsque l'on décompose le carbure de cérium par de l'eau glacée, la

---

[1] Il ne faut pas oublier que dans les expériences de longue durée faites avec notre four électrique, le cérium peut prendre une petite quantité de carbure de calcium. On doit toujours s'assurer si le carbure de cérium ainsi traité ne renferme pas de calcium.

proportion des différents carbures gazeux varie d'une façon bien nette. Elle ressort des chiffres suivants :

	1.	2.	3.
Acétylène	78,47	79,7	80,0
Éthylène	2,63	»	»
Méthane	18,90	»	»

» Si l'on décompose le carbure de cérium, non plus par l'eau, mais par des acides étendus, la proportion de l'acétylène va encore varier. Un carbure de cérium qui, en présence d'un excès d'eau pure à la température ordinaire, donne un mélange gazeux renfermant 71 pour 100 d'acétylène n'en donnera plus que 65,8 pour 100 en présence d'acide chlorhydrique étendu, et 83 pour 100 au contact d'acide azotique.

» Bien plus, si l'on examine le résidu de la décomposition par l'eau du carbure de cérium, si l'on épuise ce liquide par l'éther, on retrouve sous forme de carbure 3 à 4 pour 100 du carbone combiné. On obtient ainsi un mélange de carbures liquides saturés et non saturés.

» La décomposition du carbure de cérium par l'eau est donc aussi complexe que celle du carbure d'uranium dont nous avons parlé précédemment, mais elle s'effectue sans dégagement d'hydrogène. Elle est due aux réactions secondaires qui se produiront différemment suivant le milieu et la température.

» *Analyse.* — Le cérium a été dosé à l'état d'oxyde CeO^2, par calcination du sulfate, du nitrate ou par combustion directe du carbure dans l'oxygène. Les chiffres présentent peu de différence, quelle que soit la méthode employée; ils ont toujours été un peu plus forts que la valeur indiquée par la théorie, ce qui tient vraisemblablement au poids atomique 141 que nous avons employé.

» D'après les différents auteurs qui ont étudié le cérium et d'après M. Schützenberger, l'oxyde CeO^2 n'aurait pas toujours une composition constante.

» Le carbone total a été dosé par combustion directe dans l'oxygène et pesé sous forme d'acide carbonique.

» Les échantillons renfermant du graphite ont été attaqués par l'acide azotique, et la teneur en graphite a été déterminée par la pesée de l'acide carbonique après combustion dans l'oxygène.

» La formule C^2Ce exige théoriquement en prenant pour poids atomique du cérium 139,8 (Schützenberger :

	Pour 100.
Ce	85,27
C	14,73

» Nous avons trouvé les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Cérium..........	86,46	85,99	85,37	85,74	86,12	85,93
Carbone.........	14,90	14,81	»	»	»	»

» *Conclusions.* — En résumé, le cérium fournit au four électrique, en présence du charbon, un carbure cristallisé de formule C^2Ce analogue au carbure de calcium et décomposable par l'eau à froid en produisant un mélange gazeux d'acétylène, d'éthylène, de méthane et des carbures liquides et solides plus condensés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le carbure de lithium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« *Préparation.* — Pour obtenir le carbure de lithium, on chauffe, dans notre four électrique, un mélange de charbon et de carbonate de lithine, dans les proportions indiquées par la formule

$$CO^3Li^2 + 4C = C^2Li + 3CO.$$

» Au début de l'expérience, il ne se dégage que très peu de vapeurs métalliques, puis la réaction devient tumultueuse, pour s'arrêter ensuite à peu près complètement.

» Si l'on termine la préparation, au moment où commence à se produire le dégagement abondant de vapeurs métalliques, on trouve au fond du tube une matière blanche, à cassure cristalline, qui est un carbure de lithium.

» Si, au contraire, on continue à chauffer jusqu'à ce que toute réaction ait cessé, on rencontre dans la partie supérieure du tube des gouttelettes fondues de carbure, et la partie fortement chauffée ne renferme plus que du graphite. Le carbure de lithium semble donc être volatil ou décomposable en ses éléments par une température plus élevée. La durée de l'expérience présente donc une grande importance au point de vue du rendement en carbure.

» Avec un courant de 350 ampères et 50 volts, il faut chauffer dix à douze minutes. Au contraire, avec un courant de 950 ampères et 50 volts, les vapeurs métalliques apparaissent avec abondance dès la quatrième minute, et il faut arrêter de suite l'opération pour retrouver le carbure fondu dans la partie la plus chauffée du tube.

» On peut aussi obtenir le carbure de lithium mélangé d'une petite quantité de charbon en chauffant le lithium dans un courant d'acétylène.

» *Propriétés*. — Le carbure de lithium se présente sous forme d'une masse cristalline aussi transparente qu'un fluorure ou qu'un chlorure alcalin ; examiné au microscope, on y rencontre des cristaux brillants, très altérables sous l'action de l'humidité de l'air; sa densité est de 1,65 à 18°; il se brise assez facilement et ne raye pas le verre.

» C'est un réducteur d'une très grande énergie; c'est aussi le carbure cristallisé le plus riche en carbone que nous ayons préparé jusqu'ici, puisqu'il en renferme 69 pour 100 de son poids.

» Il prend feu à froid dans le fluor et dans le chlore; il y brûle avec éclat en fournissant du fluorure ou du chlorure de lithium. Pour produire l'incandescence dans la vapeur de brome ou dans la vapeur d'iode, il suffit de chauffer légèrement.

» Au-dessous du rouge sombre, il prend feu et brûle avec vivacité dans l'oxygène, dans la vapeur de soufre et de sélénium.

» Il brûle avec énergie dans la vapeur de phosphore, en donnant un phosphure décomposable par l'eau froide avec dégagement d'hydrogène phosphoré. L'arsenic s'y combine au rouge.

» Le chlorate, l'azotate et le permanganate de potassium l'oxydent au point de fusion de ces composés avec une belle incandescence.

» La potasse en fusion le décompose, avec un grand dégagement de chaleur. Les acides concentrés ne l'attaquent que très lentement.

» Le carbure de lithium décompose l'eau à froid, en produisant du gaz acétylène pur. Cette réaction, rapide à la température ordinaire, devient violente vers 100°. Elle est en tout point comparable à celle des carbures de calcium, de baryum et de strontium cristallisés.

» Un kilogramme de carbure de lithium fournit, par sa décomposition en présence de l'eau, 587^{lit} de gaz acétylène.

» *Analyse*. — L'analyse du carbure de lithium a été faite en décomposant par l'eau dans un tube gradué, sur la cuve à mercure, un poids déterminé de ce corps. On mesure le volume d'acétylène recueilli en tenant compte de la solubilité de ce gaz dans l'eau qui a servi à la réaction. Par un simple titrage alcalimétrique fait sur ce dernier liquide, on déduit la lithine et le poids de lithium correspondant.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Théorie.
Carbone......	64,92	65,78	65,96	66,66
Lithium......	33,20	33,81	33,23	33,33

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. W. GOLDSCHILD soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Chaleur et lumière. »

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *L. Bertin*, portant pour titre : « La marine des États-Unis à l'Exposition de Chicago », avec un Atlas.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale cinq brochures de M. le Dr *Ledé*, concernant la protection de l'enfance et l'industrie nourricière : 1° « Les enfants de Paris en nourrice » (Extrait de l'*Assistance*, Bulletin officiel de la Polyclinique de Paris, 1891); 2° « Étude sur les nourrices sur lieu » (Extrait de la *Revue d'hygiène*, 1892); 3° « Nourrices et nourrissons en voyage » (Extrait de la *Revue d'hygiène*, 1893); 4° « Des habitats des nourrices » (*Id.*, 1895); 5° « Résultats de l'application de la loi du 23 décembre 1874 concernant la protection des enfants placés en nourrice » (Extrait de l'*Assistance*, 1895).

Ces brochures sont présentées par M. Brouardel.

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Perrine* (*a* 1896 *et c* 1895) *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. BIGOURDAN. Communiquées par M. Tisserand.

	Date 1896.	Étoiles.	Gr.	Comète — Étoile. ΔR.	Comète — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.
✶ *a* 1896	Fév. 16......	*a*	9	−0^{m}10^s,75	−7′44″,7	4.4
	16......	*a*	9	−0. 6,26	−6. 5,9	4.4
	16......	*a*	9	−0. 4,08	−5.19,7	4.4
	16......	*a*	9	+0.15,99	+1.47,6	4.4
✶ *c* 1895	16......	*b*	9	−1.28,83	−0.28,0	9.6

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s			
a 3961 BD + 2°	19.35.33,25	−0,17	+2°.15′.44″	−12″,6	Rapportée à 3950 et à 3969 BD + 2°
c 3845 BD − 1°	19.46.57,77	−0,19	−1.32.18,0	−11,5	Cop. et Börg.

Positions apparentes des comètes.

	Date 1896.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		h m s	h m s		° ′ ″	
☄ *a* 1896	Fév. 16...	16.49.57	19.35.22,33	$\bar{1}$,575 *n*	+2°. 7′. 7″,1	0,817
	16...	17. 1.39	19.35.26,82	$\bar{1}$,567 *n*	+2. 8.45,5	0,816
	16...	17. 7.18	19.35.29,00	$\bar{1}$,562 *n*	+2. 9.32,1	0,816
	16...	17.58.34	19.35.49,05	$\bar{1}$,517 *n*	+2.16.39,4	0,813
☄ *c* 1895	16...	17.30. 8	19.45.28,75	$\bar{1}$,555 *n*	−1.32.57,5	0,825

» *Remarques.* — La nouvelle comète Perrine (*a* 1896) se trouve dans la même région que l'ancienne (*c* 1895). Elle est brillante et très facile à voir dans une lunette de 50mm d'ouverture; mais je n'ai pu l'apercevoir à l'œil nu. Elle est sans queue, arrondie, de 2′ de diamètre, et présente une condensation centrale et diffuse d'environ 20″ d'étendue qui ressort bien sur le reste de la nébulosité. Par instants, on a soupçonné un petit point stellaire au centre de cette condensation.

» L'ancienne comète, comparable à une nébuleuse de la classe II, est à peu près visible avec la même facilité qu'une étoile de 12e grandeur. Elle est arrondie, avec un diamètre de 50″ environ; au centre, qui est plus brillant, se trouve une condensation demi-diffuse, assez stellaire et qui se fond graduellement avec le reste de la nébulosité. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par M. L. **Picart**. Communiquées par M. G. Rayet.

Comète Perrine.

Dates 1896.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observateur.
		h m s	m s	′ ″	
Février 5....	1	15. 3.32,17	−0.58,89	−9′. 1″,68	L. Picart
7....	2	14.49.48,92	+1.45,43	+7.28,86	L. Picart

Dates 1896.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observateur.
		h m s	m s	′ ″	
Février 8....	3	14.50.12,23	+1.26,22	+3. 7,88	L. Picart
10....	4	14.52.44,58	−1.33,33	+4.42,70	L. Picart
11....	5	14.53. 1,76	−2.29,69	+1.26,48	L. Picart
12....	6	14.49. 5,68	−1.12,68	−4.37,78	L. Picart
13....	7	14.49.41,33	−1.50,86	−2.53,76	L. Picart
14....	8	14.56.57,00	+1.47,67	+0.41,66	L. Picart
15....	9	15.17.26,11	+1.35,10	−5.57,26	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	½[Schjellerup 7613. — Lalande 37666]	19.43.26,70	−0,36	94.45.17,1	+10,52
2..	Weisse₁, H. XIX, 997	19.41.21,81	−0,33	93.55. 2,4	+10,82
3..	⅓[Schjellerup 7598. — Weisse₁ H. XIX, 1013. — Lalande 37614]	19.41.59,35	−0,31	93.42.32,1	+10,88
4..	Schjellerup 7631-32	19.45.34,02	−0,28	93. 7.18,4	+10,97
5..	Munich I, 22078; II, 9395	19.46.47,52	−0,27	92.53.59,9	+11,00
6..	⅓[Weisse, H. XIX, 1109. — Munich, I, 22018. — Zones de Varsovie]	19.45.46,01	−0,25	92.43.23,4	+11,13
7..	½[Weisse₁, H. XIX, 1130. — Munich I, 22073]	19.46.39,25	−0,23	92.25. 7,3	+11,21
8..	Weisse₁ H. XIX, 1045	19.43.15,41	−0,20	92. 5. 6,0	+11,48
9..	½[Weisse₁ H. XIX, 1057. — Munich I, 21877]	19.43.41,44	−0,19	91.54.57,1	+11,41

Positions apparentes de la comète Perrine.

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Février 5....	17.59.59,4	19.42.27,45	$-\bar{1},600$	94.36.25,9	−0,807
7 ...	17.38.26,5	19.43. 6,91	$-\bar{1},608$	94. 2.42,1	−0,805
8....	17.34.53,9	19.43.25,26	$-\bar{1},609$	93.45.50,9	−0,804
10....	17.29.34,0	19.44. 0,41	$-\bar{1},608$	93.12.12,1	−0,803
11....	17.25.55,4	19.44.17,56	$-\bar{1},608$	92.55.37,4	−0,803
12....	17.18. 3,9	19.44.33,08	$-\bar{1},608$	92.38.56,7	−0,801
13....	17.14.43,5	19.44.48,16	$-\bar{1},608$	92.22.24,7	−0,802
14....	17.18. 2,1	19.45. 2,88	$-\bar{1},603$	92. 5.59,1	−0,801
15....	17.34.32,0	19.45.16,35	$-\bar{1},589$	91.49.11,3	−0,801

» La comète est faible, mais encore facilement observable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles linéaires et du second ordre à caractéristiques imaginaires.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« I. Soient a, b, c trois fonctions continues données. Considérons l'équation

$$(1) \qquad \Delta U + a \frac{\partial U}{\partial x} + b \frac{\partial U}{\partial y} + cU = 0.$$

» Je me propose de construire une intégrale de l'équation (1), continue dans une aire (D) limitée par un contour fermé (C) et prenant sur (C) des valeurs données Φ. Je supposerai que a et b sont les dérivées partielles d'une même fonction μ. Je n'emploierai que des méthodes susceptibles de s'appliquer encore si le problème d'intégration est posé dans l'espace. Si la fonction c est toujours négative ou nulle, le problème ne comporte qu'une solution ; je me placerai dans ce cas.

» II. Posons

$$a\,dx + b\,dy = d\mu, \qquad U = e^{-\frac{\mu}{2}} V.$$

On a

$$(2) \qquad \Delta V = \varphi V, \qquad \varphi = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial b}{\partial y}\right) + \frac{a^2 + b^2}{4} + c.$$

Soit G la fonction de Green. Posons

$$\frac{1}{2\pi}\int_{(D)} G\,dx\,dy < g, \qquad |\varphi| < \alpha, \qquad \lambda\alpha g < 1, \qquad V = \Sigma \lambda^i V_i\,;$$

d'où

$$\Delta V_0 = 0, \qquad V_0^{(c)} = \Phi, \qquad \Delta V_i = \varphi V_{i-1}, \qquad V_i^{(c)} = 0.$$

» M. Picard a montré que la fonction V existe, est continue, prend sur (C) les valeurs Φ et vérifie l'équation

$$\Delta V = \lambda \varphi V.$$

» Si la constante λ a une valeur quelconque, le problème posé est ainsi résolu pour tout domaine (D) assez petit.

» III. Si (D) a des dimensions quelconques, le problème est résolu pour $\lambda < \frac{1}{g\alpha}$.

» Les mêmes conclusions sont vraies pour l'équation

$$(3) \qquad \Delta V = \lambda\varphi V + \psi,$$

ψ étant une fonction donnée. Posons alors

$$\lambda = \lambda_0 + \lambda_1, \qquad \lambda_0 \alpha g < 1, \qquad V = \Sigma \lambda_1^i V_i,$$

on est ainsi conduit à faire les approximations suivantes :

$$\Delta V_0 = \lambda_0 \varphi V_0, \qquad V_0^{(c)} = \Phi, \qquad \Delta V_i = \lambda_0 \varphi V_i + \varphi V_{i-1}, \qquad V_i^{(c)} = 0.$$

Si φ est positif, une fonction satisfaisant à (3) et s'annulant sur (C) vérifie l'inégalité

$$|V| < g\beta, \qquad |\psi| < \beta.$$

Cela suffit à montrer que les approximations précédentes convergent pourvu que l'on ait $\lambda_1 \alpha g < 1$, c'est-à-dire $\lambda \alpha g < 2$. Par ce procédé de prolongement analytique, on résout le problème proposé pour toute valeur positive de λ.

» IV. Considérons le cas où φ a un signe quelconque, mais où $c = 0$. La réduction de l'équation (1) à la forme (2), et l'expression d'une intégrale de (2) par une intégrale définie portant sur la fonction de Green, permettent d'établir un théorème analogue à celui de Harnack au sujet de l'équation étudiée.

» Cela posé, le problème qui nous occupe étant résolu pour un petit domaine quelconque, on peut le résoudre, pour un domaine ayant des dimensions quelconques et présentant, à sa frontière, des singularités quelconques, en employant la méthode exposée par M. Poincaré, à propos de l'équation de Laplace, sous le nom de *méthode du balayage*. Il suffit, pour le voir, de remarquer que, si deux fonctions satisfont aux relations

$$\Delta W + a\frac{\partial W}{\partial x} + b\frac{\partial W}{\partial y} = \psi, \qquad \psi < 0, \qquad W \geqq 0,$$

$$\Delta V + a\frac{\partial V}{\partial x} + b\frac{\partial V}{\partial y} = 0, \qquad V_{(c)} = W_{(c)},$$

on a

$$V > 0, \qquad V < W.$$

» V. Considérons enfin l'équation

$$\Delta V + a\frac{\partial V}{\partial x} + b\frac{\partial V}{\partial y} = \lambda c V \qquad (\lambda = \text{const.} > 0, \quad c \geqq 0).$$

Un procédé de continuation analytique analogue à celui du § III permet de

passer du cas où $\lambda = 0$ au cas où λ a une valeur positive quelconque. La seule modification consiste à prendre pour nombre g le maximum de la fonction G vérifiant les relations

$$\Delta G + a\frac{\partial G}{\partial x} + b\frac{\partial G}{\partial y} = -1 \qquad (G_{(c)} = 0.)$$

» VI. L'hypothèse

$$a\,dx + b\,dy = d\mu$$

ne joue qu'un rôle accessoire dans les raisonnements précédents. J'ai réussi à m'en passer : les résultats indiqués dans la présente Note sont donc vrais pour l'équation linéaire générale. Enfin je montrerai ultérieurement que les mêmes méthodes permettent l'intégration de plusieurs équations non linéaires d'un type très général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème de Taylor avec l'approximation du troisième degré.* Note de M. N. **Bougaief**, présentée par M. Darboux.

« En désignant par α_1 et ω_1 les valeurs de la première approximation et de la première erreur de la racine de l'équation

$$(1) \qquad f(\alpha) = 0,$$

nous avons la relation suivante

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \alpha = \alpha_1 & - \frac{2f(\alpha_1)f'(\alpha_1)}{2f'^2(\alpha_1) - f(\alpha_1)f''(\alpha_1)} \\ & + \frac{3f''(\alpha_1) - 2f'(\alpha_1)f'''(\alpha_1 + \theta\omega_1)}{3[2f'^2(\alpha_1) - f(\alpha_1)f''(\alpha_1)]}\omega_1^3 + \frac{f''(\alpha_1)f'''(\alpha_1 + \theta\omega_1)}{2f'^2(\alpha_1) - f(\alpha_1)f''(\alpha_1)}\frac{\omega_1^4}{12}. \end{aligned} \right.$$

» Désignons par $\phi(\alpha)$ la fonction inverse de la fonction $\psi(\alpha)$. En appliquant la formule (2) à l'équation

$$(3) \qquad \phi(\alpha) = x + h,$$

nous avons la relation suivante :

$$(4) \qquad \alpha = \psi(x+h) = \alpha_1 - \frac{2[\phi(\alpha_1) - (x+h)]\phi'(\alpha_1)}{2\phi'^2(\alpha_1) - \phi''(\alpha_1)[\phi(\alpha_1) - (x+h)]} + R.$$

» Si nous posons que α_1 et ω_1 dans la relation (4) sont exprimées par les

formules

$$\alpha_1 = \psi(x) + h\psi'(x) + \ldots + \frac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x),$$

$$\omega_1 = \frac{h^{n+1}}{1.2\ldots(n+1)}\psi^{(n+1)}(x+\theta_1 h),$$

alors la formule (4) nous donne la série de Taylor avec l'approximation du troisième degré.

» Le reste R dépend de h^{3n+3}.

» En posant dans la formule (4)

$$x = 0, \qquad h = 0,$$

$$\alpha_1 = \psi(0) + x\psi'(0) + \ldots + \frac{x^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(0),$$

$$\omega_1 = \frac{x^{n+1}}{1.2\ldots(n+1)}\psi^{(n+1)}(\theta_1 x),$$

nous aurons la série de Maclaurin avec l'approximation du troisième degré.

» On peut obtenir la série de Taylor avec l'approximation du degré μ, mais les formules deviennent trop compliquées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de substitutions*. Note de M. **A. Miller**, présentée par M. Picard.

« A. M'occupant depuis longtemps de la recherche des groupes de substitutions, je voudrais présenter quelques remarques au sujet des articles récents de M. Levavasseur. Dans un article des *Comptes rendus*, t. CXX, p. 902, ce géomètre avait fixé à 10 le nombre des groupes réguliers d'ordre 16. Dans une rectification à l'article précédent, il a élevé à 15 le nombre de ces groupes (1). MM. Young (2) et Hölder (3) ont résolu le problème plus général :

» *Trouver tous les groupes dont l'ordre est* p^4 (*p étant un nombre premier quelconque*). *Ils ont trouvé* 14 *groupes d'ordre* 16.

» Au sujet de ce désaccord entre les résultats obtenus par ces divers auteurs, j'ai examiné tous les groupes possibles d'ordre 16 et j'ai trouvé

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 240.
(2) *American Journal of Mathematics*, t. XV, p. 160.
(3) *Mathematische Annalen*, t. XLIII, p. 409.

que 14 seulement sont distincts et qu'en outre *chacun d'eux contient un sous-groupe commutatif d'ordre* 8.

» Je communiquai ce résultat à M. Hölder qui démontra alors le théorème suivant, en s'appuyant sur les résultats établis dans son article [1] sur les groupes d'ordre p^3, pq^2, pqr, p^4.

» Théorème. — *Tout groupe d'ordre p^4 (p étant un nombre premier quelconque) contient un sous-groupe commutatif d'ordre p^3.*

» Si nous combinons ce théorème avec le théorème de Frobenius [2], nous voyons que tout groupe dont l'ordre est p^α (p étant un nombre premier quelconque et α un entier positif quelconque) contient un sous-groupe commutatif d'ordre p^3.

» B. Le problème de la recherche de tous les groupes dont l'ordre est le produit de 3 nombres premiers a été résolu par MM. Cole et Glover [3] et par M. Hölder [4]. En comparant les résultats obtenus par M. Levavasseur [5] avec les publications plus anciennes de MM. Cole, Glover et Hölder, il est facile de voir que l'énumération de M. Levavasseur doit être complétée.

» C. Dans les *Comptes rendus* du 27 janvier 1896, M. Levavasseur s'exprime ainsi : « J'ai déjà trouvé plus de 75 groupes distincts (d'ordre 32), et je n'ai pas encore terminé l'énumération.

» J'ai examiné tous les groupes possibles de cet ordre et j'ai trouvé que 51 seulement sont distincts, 7 sont commutatifs, 37 autres contiennent un sous-groupe commutatif d'ordre 16 et les 7 derniers ne contiennent aucun sous-groupe commutatif d'ordre supérieur à 8.

» Le Tableau suivant donne le nombre des groupes réguliers pour tous les ordres jusqu'à 36 [6] :

Ordre	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nombre de groupes	1	1	2	1	2	1	5	2	2	1	5	1	2	1
Ordre	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Nombre de groupes	14	1	5	1	5	2	2	1	15	2	2	5	4	
Ordre	29	30	31	32	33	34	35							
Nombre de groupes	1	4	1	51	1	2	1							

(1) *Mathematische Annalen*, t. XLIII, p. 409-412.

(2) *Crelle*, t. **101**, p. 283.

(3) *American Journal*, t. XV, p. 191; Cf. *Mathematische Annalen*, t. XLVI, p. 322.

(4) *Mathematische Annalen*, t. XLIII, p. 301.

(5) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 822.

(6) Voir aussi : Cayley, *Philosophical Magazine*, t. VII, p. 40-408; *Ibid.*, t. XVIII,

» Ces nombres peuvent aisément se déduire des formules données par M. Hölder dans l'article auquel nous avons renvoyé plus haut. Il y a toutefois exception pour les groupes d'ordres 24 et 32.

» D. J'ai déterminé récemment tous les groupes transitifs que l'on peut former avec 12 éléments ([1]). Le nombre total est 295. Le Tableau suivant donne le nombre des groupes dont le degré est inférieur à 13.

Degré	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre de groupes	1	2	5	5	16	7	50	34	45	8	295

» D'après cela, on voit que le nombre des groupes transitifs de degré 12 est supérieur à la somme des nombres des groupes transitifs de degré inférieur à 12. »

PHYSIQUE. — *Sur les flammes sensibles*. Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Le phénomène de la sensibilité des flammes, tel que je l'ai décrit dans une Note antérieure ([2]), est très général. On obtient des flammes sensibles avec divers gaz combustibles, ou mélanges de gaz, et la sensibilité aux sons aigus apparaît toujours quand la flamme est prête à ronfler ou commence à ronfler. Il faut que la vitesse du jet soit supérieure à un certain minimum et l'on doit, par suite, employer une pression d'autant plus grande qu'il y a plus de frottement, c'est-à-dire que l'orifice d'émission est plus étroit.

» 2. *Influence de la forme de l'orifice.* — La forme circulaire de l'orifice est de beaucoup la plus favorable. Les flammes plates (forme papillon, par exemple) ne jouissent que d'une sensibilité rudimentaire et à peu près indépendante de la nature du gaz combustible. Tout ce qui suit se rapporte à des flammes issues d'orifices circulaires.

» Si l'on agit sur une flamme de haute sensibilité par un bruit très faible, le tic-tac d'une montre par exemple, on constate que la montre doit être placée au voisinage de l'orifice ou de la gaine bleue de la région basi-

---

p. 34; Kempe, *Philosophical Transactions*, t. CLXXVII, p. 37-43; Netto, *Substitutionen Theorie*, p. 133-137; Young, *American Journal of Mathematics*, t. XV, p. 124-178; Cole et Glover, *Ibid.*, p. 191-220; Holder, *Mathematische Annalen*, t. XLIII, p. 301-412; Kronecker, *Berliner Monastberichte*, p. 881-889; 1870.

([1]) Miller, *Bulletin of the American mathematical Society*, july, 1895.

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1260, 1895.

laire de la flamme. Le tic-tac est alors accompagné de flammèches qui jaillissent latéralement, à la partie supérieure de la flamme, avec un bruit qui rappelle les coups de piston d'une locomotive très éloignée.

» Quand on fait usage de miroirs conjugués pour cette expérience, le foyer du miroir récepteur doit coïncider avec un point de la région basilaire de la flamme. S'il coïncide avec un point de la zone blanche placée au-dessus, le système des miroirs est sans effet.

» L'*organe sensible* des flammes cylindriques de gaz d'éclairage est donc situé à leur base.

» 3. *Influence de la nature du gaz*. — L'hydrogène pur fournit une grosse flamme presque invisible et dont la sensibilité est extrêmement faible. Mais il suffit d'ajouter à l'hydrogène un gaz inerte, azote ou acide carbonique, en proportion suffisante, pour obtenir une flamme grêle de grande sensibilité. Si la proportion de gaz inerte est trop forte, la flamme s'éteint pour une pression inférieure à celle qui la rendrait sensible.

» Les mélanges d'hydrogène et d'air donnent des flammes à peu près insensibles.

» L'acétylène pur fournit une flamme dans laquelle le blanc apparaît, à l'intérieur de la zone bleue, au voisinage immédiat de l'orifice. Cette flamme possède une sensibilité médiocre. Un mélange à volumes égaux d'acétylène et d'hydrogène produit une magnifique flamme, d'un blanc éblouissant à sa partie supérieure et dont la base, très peu éclairante, paraît constituée comme celle du gaz; cette flamme est sensible même au tic-tac de la montre. Des mélanges d'acétylène et d'azote ou d'acétylène et d'acide carbonique donnent aussi des flammes très sensibles.

» 4. *Interprétations*. — La complication apparente de ces phénomènes paraîtra sans doute diminuée par les deux remarques suivantes, qui se complètent l'une l'autre :

» *a*. Si l'on adopte l'hypothèse d'après laquelle la sensibilité est liée à des retards de combustion, on comprendra que les flammes plates, dans lesquelles la surface active est proportionnellement très grande dès le voisinage de l'orifice, soient moins favorables que les flammes cylindriques. La présence d'un gaz inerte dans l'axe d'une flamme cylindrique favorisera évidemment les retards de combustion en divisant la masse et en abaissant la température. L'oxygène se comportera à l'inverse d'un gaz inerte.

» *b*. Les grandes sensibilités coïncident avec un aspect particulier de la base de la flamme, formée d'un tube de flamme bleue engainant un cy-

lindre *complètement obscur* de gaz relativement froid. Ce système constitue une lentille acoustique cylindrique qui sera généralement convergente si la vitesse du son dans la zone annulaire de combustion est supérieure à sa vitesse dans le gaz froid intérieur, nécessairement divergente dans le cas contraire. Pour le gaz d'éclairage, c'est le premier qui se présente, et l'épaisseur relative de la flamme bleue, par rapport au rayon du cylindre obscur, est telle que la ligne focale principale de la lentille se trouve dans l'espace obscur. Quelle que soit la cause intime de la sensibilité, nous trouvons là une sorte d'appareil de localisation, en conformité avec ce que nous ont appris l'expérience de la montre et celle des miroirs conjugués.

» Sans discuter ici le degré d'efficacité de lentilles sonores d'aussi faibles rayons de courbure (¹), il convient de remarquer que, pour une température de combustion donnée, il y a une densité critique du gaz intérieur à la flamme, au-dessous de laquelle la vitesse du son dans la zone de combustion, devient inférieure à celle qui caractérise le gaz combustible intérieur. La lentille est alors divergente : c'est là ce qui arrive pour l'hydrogène. Quand on ajoute à l'hydrogène un gaz inerte, on élève d'abord beaucoup la densité du gaz intérieur, sans abaisser trop notablement la température de la flamme ;c'est ce qui résulte des nombres publiés par M. Le Châtelier sur les températures de combustion. La lentille redevient alors convergente et la sensibilité reparaît.

» A la partie supérieure des flammes de gaz, la température de la région axiale augmente beaucoup et le carbone en suspension auquel elles doivent leur éclat réfléchit sans doute fortement le son; la lentille cylindrique devient donc inefficace. La flamme de l'acétylène pur présente, dès sa base, la constitution que la flamme de gaz n'offre que beaucoup plus haut; aussi est-elle peu sensible. L'addition d'hydrogène ou d'un gaz inerte fait reparaître l'espace obscur et, avec lui, la sensibilité ordinaire des flammes de gaz. »

PHYSIQUE. — *Sur l'abaissement des potentiels explosifs statiques et dynamiques par les radiations X.* Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« L'analogie de certaines propriétés des radiations ultra-violettes et des radiations de M. Röntgen m'a conduit à essayer l'action de ces dernières

---

(¹) Le tube abducteur du gaz constitue lui-même une lentille sonore convergente, mais dont l'effet est rendu illusoire par la grandeur des réflexions.

sur les potentiels explosifs. L'expérience a montré que *les radiations X abaissent les potentiels explosifs suivant les mêmes lois générales que les radiations ultra-violettes électriquement actives* (¹).

» L'abaissement des potentiels explosifs statiques se mesure directement à l'électromètre de MM. Bichat et Blondlot, en notant le potentiel explosif de l'excitateur éclairé ou non par les radiations.

» Le tube de Crookes est traversé par la décharge d'une bobine de Ruhmkorff actionnée par deux accumulateurs; il est placé parallèlement à l'excitateur et à 25^{cm} environ de ce dernier. L'excitateur est formé de deux sphères de 1^{cm} de diamètre en fer.

» Dans une expérience où la distance explosive est de $5^{m},50$, l'excitateur se décharge pour un potentiel de 60 unités C.G.S s'il n'est pas éclairé par les radiations X; l'étincelle éclate au potentiel de 58,8 C.G.S sous l'influence de ces radiations.

» Un papier noir, une plaque de verre, une planche de bois ne changent pas d'une façon appréciable l'abaissement du potentiel explosif.

» Une plaque de laiton de $0^{mm},5$ d'épaisseur le supprime complètement.

» L'abaissement du potentiel explosif dynamique se mesure par la méthode des deux excitateurs dérivés, décrite antérieurement (²); on remplace la lampe à arc par le tube de Crookes; on place un écran opaque pour la radiation, une plaque de laiton par exemple, entre les deux excitateurs dérivés E_1E_2 et N_1N_2.

» Cependant, sous cette forme, la méthode ne donne que des résultats négatifs; cela tient à ce fait que l'éclairement du tube de Crookes est forcément intermittent et ne dure qu'une fraction très petite de seconde; il faudrait un concours très heureux de circonstances pour que le tube soit illuminé au moment de la charge dynamique des excitateurs.

» Pour tourner cette difficulté, j'ai usé d'un artifice par lequel le tube de Crookes s'illumine en même temps que l'excitateur dérivé se charge par la méthode dynamique (décharge du condensateur GC_2).

» Dans le circuit secondaire de la bobine de Ruhmkorff on place en série un tube de Crookes et un excitateur secondaire S. Cet excitateur est placé à 4^{cm} et en face des pôles de l'excitateur principal I_1I_2 qui permet la charge du condensateur.

» Le tube de Crookes est placé en face de E_1E_2, à une distance de 25^{cm} environ.

(¹) MM. Benoist et Hurmuzescu ont déjà montré (*Comptes rendus* du 3 février 1896) que les rayons X déchargent les corps électrisés; cette dernière propriété et l'abaissement des potentiels explosifs semblent corrélatifs.

(²) *Comptes rendus* du 8 juillet 1895.

» On actionne la bobine de Ruhmkorff : à chaque étincelle qui éclate en S, la bobine se décharge à travers le tube de Crookes.

» On charge lentement le condensateur par une machine de Holtz; lorsque le potentiel de l'excitateur $I_1 I_2$ est voisin de son potentiel explosif statique, l'une des étincelles qui éclatent en S, en même temps qu'elle illumine le tube de Crookes, provoque par ses radiations ultra-violettes la décharge de l'excitateur $I_1 I_2$ et du condensateur, et les excitateurs dérivés $E_1 E_2$ et $N_1 N_2$ se chargent dynamiquement; $E_1 E_2$ sont deux boucles de fer de 1^{cm} de diamètre, $N_1 N_2$ deux boucles de laiton de 1^{cm} de diamètre.

» Si $N_1 N_2 = 3^{mm}$ l'étincelle éclate encore en $E_1 E_2$ quand la distance explosive de $E_1 E_2$ est de $5^{mm},40$, sous l'influence des radiations X.

» En l'absence de ces radiations il faut amener les pôles de $E_1 E_2$ à la distance de 3^{mm} pour que l'étincelle éclate en $E_1 E_2$ plutôt qu'en $N_1 N_2$.

» Le potentiel explosif de $I_1 I_2$ était de 70 C.G.S.

» *L'interposition d'un écran de papier de verre ne diminue pas d'une façon appréciable l'abaissement.*

» *Une plaque de laiton le supprime complètement.*

» L'étincelle de la même bobine de Ruhmkorff produit un abaissement du même ordre de grandeur si aucun écran n'est interposé entre l'excitateur et l'étincelle.

» *Un écran de bois, de verre, de papier noir, arrête les radiations ultra-violettes actives.*

» De ces expériences, nous tirerons les conclusions suivantes :

» I. En mesurant l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques par la méthode des deux excitateurs dérivés, on peut déceler avec beaucoup de netteté les radiations X (¹).

» II. *Les radiations de M. Röntgen abaissent les potentiels explosifs dynamiques dans des proportions beaucoup plus grandes que les potentiels statiques* (²). »

PHYSIQUE. — *Phénomènes électriques produits par les rayons de Röntgen.* Note de M. **A. Righi**, présentée par M. Mascart.

« Dans le *Compte rendu* de la séance du 3 février, je trouve une Communication de MM. Benoist et Hurmuzescu, sur la dispersion des charges électriques obtenue par les rayons de Röntgen. Comme j'ai fait, en même temps que ces physiciens, des recherches semblables, que j'ai communi-

---

(¹) Les bobines devant être traversées par des décharges à potentiels très élevés nécessitent une construction spéciale; on peut leur substituer une colonne d'un liquide électrolytique, une solution de SO^4Cu par exemple.

(²) Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.

quées à l'Académie des Sciences de Bologne dans sa dernière séance, et que mes résultats ne sont pas tout à fait identiques, je demande la permission d'en donner ici un résumé.

» J'ai employé un électromètre de Mascart comme appareil de mesure. Il est en communication avec les corps sur lesquels on fait arriver les rayons X, qui proviennent d'un tube de Crookes, renfermé, avec les appareils fournissant les décharges, dans une grande caisse métallique en communication avec le sol. La partie de la caisse qui est voisine du tube est formée par une épaisse lame de plomb, ayant au milieu une fenêtre ronde, de 10^{cm} de diamètre, recouverte par une lame mince d'aluminium, d'où partent les rayons.

» J'ai reconnu qu'un disque métallique communiquant avec l'électromètre perd rapidement sa charge, qu'elle soit positive ou négative. La durée d'action nécessaire pour que le potentiel descende de 7 volts à 3,5, a été sensiblement la même pour un potentiel positif et pour un potentiel négatif.

» Avec une charge initiale positive, la décharge n'est pas complète; avec une négative, non seulement le corps se décharge, mais il se forme une charge positive.

» Si je fais tomber les rayons de Röntgen sur un de mes couples photoélectriques, qui sont formés par une toile métallique en communication avec le sol, parallèle et très voisine d'un disque métallique en communication avec l'électromètre, j'obtiens une déviation positive ou négative suivant la nature des métaux du couple, comme avec les rayons ultraviolets.

» Enfin, un disque à l'état naturel se charge positivement lorsqu'on l'expose à la nouvelle radiation (ce qui a lieu aussi, comme je l'ai démontré autrefois, en employant les rayons ultra-violets). Avec ce même disque, le potentiel positif final est le même, quelle que soit la valeur initiale, positive, négative ou nulle, du potentiel du disque. Ce potentiel final a été plus élevé pour le cuivre que pour le zinc, et encore plus élevé pour le charbon de cornue.

» Je trouve, en outre, qu'une lame de verre ayant presque 1^{cm} d'épaisseur, placée sur le chemin des rayons X, ne détruit pas leur action, mais seulement l'affaiblit. De même, l'interposition d'une lame épaisse d'aluminium, d'une planche épaisse de sapin, ou même de la main placée de manière à masquer complètement la fenêtre, ne fait qu'affaiblir plus ou moins l'action des rayons.

» Je m'attendais à ce que des résultats, semblables à ceux que j'ai décrits, seraient obtenus, en même temps que par moi, par d'autres physiciens, vu que de toutes parts on s'occupe actuellement des nouveaux rayons; je suis heureux de constater l'accord qui existe, au moins sur les points fondamentaux, entre mes résultats et ceux qui m'ont fourni l'occasion de cette Communication. »

PHYSIQUE. — *Action des rayons de M. Röntgen sur les charges électrostatiques et la distance explosive*, Note de MM. **J.-J. Borgman** et **A.-L. Gerchun**, présentée par M. Lippmann.

Saint-Pétersbourg, laboratoire de Physique de l'Université, le 11 février 1896.

« M. J.-J. Thomson a communiqué aux lecteurs de l'*Électrician* (n° 925, le 7 février 1896) une observation concernant les rayons de M. Röntgen sur les charges électrostatiques. D'après ce savant, des charges positives et négatives sont également dissipées par l'action des rayons. Nos expériences n'ont pas complètement confirmé ce fait.

» Un disque de zinc, réuni à un électroscope d'une sensibilité moyenne, et chargé positivement, perdait sa charge presque instantanément sous l'action des rayons de M. Röntgen émanant d'un tube de Crookes assez rapproché. Pour des distances plus grandes (1^m), la dissipation de la charge continuait toujours, mais plus lente. Après la déperdition de la charge positive, les feuilles de l'électroscope divergeaient de nouveau et annonçaient une charge négative, qui allait en croissant jusqu'à un certain degré. Si l'on communiquait au disque une charge négative, l'électroscope démontrait une déperdition beaucoup plus lente, qui s'arrêtait à un certain degré. La déperdition était, en somme, plus petite pour des distances faibles et devenait assez grande si l'on éloignait le disque du tube. Quand la divergence stationnaire de l'électroscope était atteinte, l'angle de divergence oscillait continuellement, devenant tantôt plus grand, tantôt plus petit, suivant la marche irrégulière de l'interrupteur. Une feuille d'aluminium (1^{mm} d'épaisseur), communiquant au sol, affaiblissait l'action des rayons sans changer en rien son caractère. Ces expériences semblent démontrer que les rayons émanant d'un tube de Crookes peuvent communiquer aux conducteurs une charge négative.

» Dans une autre expérience, les rayons tombaient sur deux petites boules en platine, communiquant à un petit appareil Ruhmkorff. La dis-

tance des boules était trop grande pour qu'une étincelle pût passer; pourtant les rayons de M. Röntgen tombant sur l'excitateur provoquaient immédiatement un jet assez vif d'étincelles. Une mince feuille d'aluminium communiquant au sol, ou des plaques d'ébonite placées sur le chemin des rayons, ne changeaient pas sensiblement l'action. Cette expérience semble démontrer que les rayons de Röntgen, comme les rayons ultra-violets, peuvent augmenter la distance explosive d'une décharge statique. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur les rayons X.* Note de MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Dans notre Communication du 1er février dernier, nous avons montré que les rayons X ont la propriété de décharger à distance les corps électrisés malgré la protection d'un cylindre de Faraday, et nous avons fondé sur cette propriété une méthode nouvelle d'investigation comportant des mesures simples et rapides. Cette méthode nous a permis d'aborder immédiatement l'étude des lois de transmission et de production de ces rayons.

» Nous avons vérifié d'abord qu'ils se propagent bien dans l'air en suivant très sensiblement la loi du carré des distances, ce qui démontre la transparence de l'air pour ces rayons.

» *Résultats de deux expériences.* — Les distances sont comptées à partir de la paroi anti-cathodique (¹) du tube de Crookes, jusqu'aux feuilles d'or de l'électroscope; le rapport des intensités est donné par le rapport inverse des temps de chute correspondant à un même angle vertical des feuilles :

Distances	13^{cm}	et	20^{cm}
Angle	40^{o}		
Temps	$27^{s},7$		65^{s}
Rapport des carrés des distances			2,37
Rapport des temps			2,33

» Autre expérience :

Distances	15^{cm}	et	25^{cm}
Angle	32^{o}		
Temps	$5^{s},5$		$14^{s},8$
Rapport des carrés des distances			2,78
Rapport des temps			2,69

(¹) C'est-à-dire la paroi frappée par les rayons partis de la cathode.

» Une deuxième propriété fondamentale que nous avons pu mettre en évidence par des preuves diverses et concordantes, c'est l'*hétérogénéité* des rayons X :

» 1° Dès nos premières mesures du coefficient de transmission ([1]) de l'aluminium, rapporté à l'épaisseur de $0^{mm},1$ et pour des plaques de ce même ordre d'épaisseur, nous avons trouvé des nombres toujours inférieurs à 0,9 et généralement voisins de 0,85.

» Or, une telle valeur serait absolument incompatible avec la transparence très sensible que le professeur Röntgen a observée sur une plaque d'aluminium de 15^{mm} d'épaisseur, si ce coefficient de transmission devait être indépendant du tube de Crookes employé, et s'il ne devait pas augmenter avec l'épaisseur traversée, c'est-à-dire si les rayons X n'éprouvaient pas de la part de l'aluminium une absorption sélective, témoignage de leur hétérogénéité. En effet, on peut calculer que, si la valeur 0,85 était constante, la transparence totale d'une lame de 15^{mm} serait représentée par 26×10^{-12}, c'est-à-dire absolument nulle pratiquement.

» 2° Nous étions donc conduits à employer des épaisseurs croissantes, et à déterminer les valeurs moyennes correspondantes du coefficient de transmission précédemment défini.

» Nous avons vu ce coefficient prendre, en effet, des valeurs nettement croissantes avec l'épaisseur traversée pour un même tube.

» Voici les résultats d'une expérience portant sur des plaques formant $\frac{1}{10}$, $\frac{6}{10}$ et $\frac{11}{10}$ de millimètre d'épaisseur totale; et comprenant dix-huit mesures effectuées à une même distance, avec un même tube de Crookes, et une même distance explosive (2^{cm}) de la bobine; les mesures sont croisées, et les calculs effectués sur les moyennes alternées :

Épaisseurs employées...	$\frac{1}{10}$ et $\frac{6}{10}$,	$\frac{6}{10}$ et $\frac{11}{10}$,	$\frac{1}{10}$ et $\frac{11}{10}$.
	Valeurs de $\alpha(\frac{1}{10})$.		
	0,854	»	»
	0,853	»	»
	0,837	»	»
	0,837	»	»
	»	0,861	»
	0,851	»	»
	»	0,877	»

(1) C'est-à-dire de la fraction α transmise par une plaque de $0^{mm},1$ d'épaisseur, sans préjuger la constance de α.

Épaisseurs employées..	$\frac{1}{10}$ et $\frac{6}{10}$,	$\frac{6}{10}$ et $\frac{11}{10}$,	$\frac{1}{10}$ et $\frac{11}{10}$.
	»	»	0,906
	»	»	0,898
	[0,902] (1)	»	»
	»	0,895	»
	0,859	»	»
	»	»	0,893
	»	0,927	»
	0,848	»	»
	»	0,936	»
	»	»	0,899
	0,864	»	»
	»	0,900	»
	»	»	0,889
Moyennes...	0,850	0,899	0,897

» Donc le coefficient s'élève de la valeur 0,85 pour les plaques d'épaisseur totale ne dépassant pas $\frac{6}{10}$ de millimètre à la valeur 0,90 pour les plaques dépassant 1^{mm}.

» 3° Ayant enfin employé des tubes de Crookes différents, dans des conditions de réglage identiques, nous avons trouvé des coefficients de transmission différents, bien que les plaques employées fussent de même épaisseur :

Avec un tube .... $\alpha = 0,85$
Avec un autre.................... $\alpha = 0,78$

» Nous avons en même temps observé, pour un même tube, des variations de α avec le réglage de la bobine, la fréquence des interruptions, etc.; nous établissons en ce moment un dispositif qui nous permettra d'étudier avec précision la part de chacun de ces facteurs. Nous étudions aussi la transparence d'autres substances telles que l'argent, etc.

» En résumé, la production des rayons X par un tube de Crookes est un phénomène analogue à celui de la production des rayons calorifiques et lumineux par des sources à température plus ou moins élevée (2). »

---

(1) Ce nombre, qui n'élèverait pas d'ailleurs sensiblement la moyenne, peut être considéré comme résultant d'une variation de réglage de la bobine.

(2) Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Recherches photographiques sur les rayons de Röntgen.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. Lippmann.

« Si la méthode photographique vient d'avoir, avec les expériences de M. Röntgen, un nouveau succès, il est à présumer qu'elle pourra rendre, pour l'étude des rayons X, de plus grands services encore, lorsque les préparations photographiques seront mieux adaptées aux propriétés de ces rayons. C'est à l'étude de leur action sur les substances sensibles que nous nous sommes attachés.

» Nous avons remarqué d'abord que les rayons de Röntgen agissent de la même manière sur des plaques au gélatino-bromure colorées et rendues sensibles aux diverses régions spectrales. Ainsi, des plaques sensibilisées pour le rouge, pour le jaune ou pour le vert, donnent exactement la même impression, toutes choses égales d'ailleurs, à la condition qu'elles aient la même sensibilité générale pour la lumière blanche.

» Étant données des plaques photographiques de sensibilités différentes à la lumière blanche, il nous a paru intéressant d'examiner si le rapport des sensibilités est le même pour les rayons X. Nous avons opéré sur des préparations dans lesquelles les temps nécessaires pour obtenir la même impression, avec une source lumineuse constante, étaient entre eux comme les nombres 1, 8 et 30 et nous avons remarqué que, dans les limites de notre expérience, ces rapports se sont exactement conservés pour les rayons de Röntgen (1).

» Une autre série d'essais a eu pour but d'étudier l'absorption de ces rayons par les couches sensibles et de la comparer à celle des rayons lumineux, dans des conditions analogues. A cet effet, on a exposé, sous un écran constitué par des lettres découpées dans une lame de cuivre mince, un paquet de 250 feuilles de papier au gélatino-bromure d'argent, superposées et mises à l'abri des rayons lumineux par les procédés connus; on a fait agir les rayons X pendant dix minutes et l'on a pu constater, au développement, que la cent-cinquantième feuille présentait encore une impression. (En augmentant le temps de pose, il est d'ailleurs facile d'obtenir une impression sur la totalité des papiers sensibles.)

---

(1) *Voir* la Note de M. A. Londe (*Comptes rendus,* 10 février 1896).

» Pour juger de l'importance de l'absorption due au passage des rayons au travers du papier servant de support à l'émulsion au gélatino-bromure d'argent, on a comparé les images obtenues en remplaçant, dans les expériences précédentes, le papier au gélatino-bromure par du papier non sensibilisé; nous avons constaté, à la suite d'une série d'essais, qu'il faut environ 300 feuilles de papier blanc pour produire la même absorption que 150 feuilles de papier sensible. La couche de gélatino-bromure employée absorbe donc les rayons X de la même façon que le papier qui lui sert de support. L'absorption des rayons X par les papiers sensibles est, par conséquent, extrêmement faible. Cette propriété peut même servir à caractériser ces rayons. Si, en effet, on cherche à reproduire la même série d'expériences avec diverses sources lumineuses, lumière solaire, arc électrique, bec Auer, on constate que, après le passage au travers d'un très petit nombre de feuilles sensibles, la lumière n'agit plus sur les feuilles sous-jacentes.

» La première épreuve étant produite à l'aide de la lumière solaire, par exemple, avec une impression telle qu'on puisse comparer cette épreuve à la première feuille de l'expérience précédente, on constate que la sixième feuille ne présente plus de trace d'image.

» Cette pénétrabilité extraordinaire des rayons X et leur absorption extrêmement faible par les préparations sensibles paraît constituer un mode de recherche de ces rayons dans les sources lumineuses plus ou moins intenses. A part les tubes de Crookes ou les tubes similaires, les effets photographiques que nous avons constatés avec l'arc électrique, le bec Auer, la lampe à pétrole, ne sont dus qu'à la pénétration des rayons lumineux proprement dits ou à l'échauffement par les rayons calorifiques très rapidement éteints par les piles de papier.

» Nous n'avons jamais pu trouver la présence des rayons X dans ces sources lumineuses. »

PHYSIQUE. — *Expérience montrant que les rayons X émanent de l'anode.* Extrait d'une Lettre de M. de Heen à M. le Secrétaire perpétuel.

Liège, le 13 février 1896.

« Afin de prendre date, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance que, d'après mes dernières expériences, les rayons X, de Lenard et Röntgen, n'émanent pas de la cathode, mais bien de l'anode.

» Il suffit, pour le démontrer, de placer, entre le tube de Crookes et la plaque sensible, un écran en plomb percé de quelques ouvertures permettant le passage de faisceaux de rayons. La direction de ceux-ci sur la plaque indique qu'ils émanent du pôle positif et non du pôle négatif. Ce sont donc des rayons *anodiques*. »

MÉDECINE. — *Photographies obtenues avec les rayons de Röntgen*. Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie quelques-unes des photographies que nous avons obtenues avec les rayons de Röntgen et qui nous ont paru de nature à présenter quelque intérêt.

» La photographie n° 1, relative à une grenouille, montre quel degré de netteté on peut réaliser par l'emploi d'un diaphragme.

» Le n° 2, qui reproduit le squelette de la main d'un enfant de 8 ans, donne des renseignements précis sur l'état de l'ossification et permet d'espérer que le nouveau procédé d'investigation donnera des indications très utiles dans le cas du rachitisme.

» L'épreuve n° 3 est relative à un cas de *spina ventosa* du petit doigt d'une malade du service de M. le professeur Forgue. La netteté moins grande de l'ombre portée par les os tient, d'une part, aux altérations subies, qui ont rendu les os plus transparents; d'autre part, à la présence du pus qui coula pendant la pose et détermina une certaine adhérence à la plaque photographique du papier noir qui la recouvrait; d'autre part encore, à l'état d'enflure du doigt à photographier. L'influence de cette dernière cause sur la netteté nous a été démontrée par d'autres expériences, si bien que l'on peut dire qu'il est difficile, actuellement au moins, d'obtenir des épreuves nettes de régions œdématiées, les tissus devenant d'autant moins transparents qu'ils contiennent une plus grande quantité de liquide.

» L'épreuve n° 4 est la photographie du même doigt après l'amputation, le doigt ayant, d'ailleurs, été ouvert suivant son axe et appliqué par les deux faces de section sur la plaque sensible. La grande netteté avec laquelle se détache le squelette, dont on aperçoit facilement l'altération, tient à ce que les os étaient ici à une très petite distance de la face sensible de la plaque, et aussi à ce que deux des causes signalées plus haut comme ayant une influence sur la netteté sont ici presque supprimées.

» Il est intéressant de rapprocher de cette épreuve n° 4 l'épreuve n° 5, qui est la photographie à la lumière ordinaire des deux faces de section du même doigt. Tout étant ici reproduit, os, tendons, etc., l'altération du squelette y est moins facilement aperçue que sur la photographie par les rayons de Röntgen et ce fait nous a paru digne d'être signalé.

» La photographie n° 6 est celle de la main d'un jeune homme qui, après s'être exercé, dans une salle de gymnase, à arrêter d'un coup de poing un sac de sable animé de grandes oscillations, accusa une douleur vive au niveau du cinquième métacarpien

et nous fut adressé par M. le Dr Magnal, chef de clinique. Tandis que le diagnostic de fracture de la tête du cinquième métacarpien n'a pu être sûrement établi à l'exploration ordinaire, la fracture est évidente à la seule inspection de l'épreuve n° 6. La netteté moins grande de cette photographie tient d'ailleurs à un certain degré d'œdème, qui existait encore au moment où la main fut photographiée et qui gênait pour l'établissement du diagnostic.

» Les photographies nos 7 et 8 sont relatives à un malade sur lequel M. le Professeur Forgue a pratiqué, le 6 décembre 1895, une résection pour arthrite blennorrhagique. La très grande différence de netteté de ces deux épreuves tient à ce que l'une d'elles a été obtenue sans diaphragme, tandis qu'il a été fait usage d'un diaphragme pour obtenir l'autre. On voit nettement sur l'épreuve n° 7 l'existence d'un certain nombre de points d'ossification, ainsi que celle d'un os sésamoïde. Nous nous proposons de suivre, sur ce malade, les progrès de ce travail de réparation. »

PHYSIQUE. — *Sur la propriété qu'ont les radiations émises par les corps phosphorescents, de traverser certains corps opaques à la lumière solaire, et sur les expériences de* M. G. Le Bon, *sur la lumière noire.* Note de M. **G.-H. Niewenglowski.**

« J'ai constaté que les corps phosphorescents jouissent, vis-à-vis de la lumière solaire, de propriétés analogues à celle qu'a le sulfure de zinc phosphorescent, de rendre les rayons de Röntgen capables de traverser certains corps qui les absorbent, propriété que M. Charles Henry a signalée dans la dernière séance :

» Une feuille de papier sensible ordinaire étant entourée de plusieurs doubles de papier noir aiguille ou de papier rouge, j'ai placé au-dessus deux pièces de monnaie, et recouvert l'une des moitiés d'une plaque de verre enduite de poudre phosphorescente (sulfure de calcium); après quatre à cinq heures d'exposition au soleil, la moitié du papier sensible qui avait reçu directement les radiations solaires était restée intacte et ne présentait aucune trace de la pièce de monnaie placée au-dessus d'elle, indiquant ainsi que le papier noir ou rouge n'avait pas été traversé par la lumière; la moitié qui ne recevait les rayons solaires qu'après leur passage à travers la plaque phosphorescente, avait complètement noirci, sauf la portion correspondant à l'une des pièces de monnaie, dont on avait ainsi une silhouette en blanc sur noir.

» En ne mettant qu'un double de papier rouge mince, permettant le passage des rayons solaires, j'ai constaté que la portion de papier sensible qui ne recevait les radiations solaires qu'après leur passage à travers la couche phosphorescente noircissait beaucoup plus vite que l'autre.

» J'ai pu observer aussi que la lumière émise dans l'obscurité par la poudre phosphorescente, préalablement insolée, était capable de tra-

verser plusieurs doubles de papier rouge et de noircir un papier sensible qui en était séparé par ces doubles de papier.

» L'expérience suivante, faite avec M. H. Emery, m'a donné des résultats que je n'ose attribuer, comme on pourrait en être tenté, à des rayons X émis par la poudre phosphorescente :

» Sur une plaque phosphorescente, préalablement insolée, nous avons placé une pièce d'un franc; puis, au-dessus, simplement posée, une plaque au gélatino-bromure, la face sensible tournée vers la face phosphorescente; après un contact d'environ trois heures, nous avons obtenu au développement une image peu accentuée de l'effigie de la pièce; comme elle correspondait à la face de la pièce placée contre le gélatino-bromure, j'attribuerai plutôt cette image à un effet de pression, bien que celle-ci fût très faible. On sait, en effet, qu'il suffit de poser quelques instants une règle sur une plaque au gélatino-bromure et de la révéler ensuite, pour avoir une image de la règle.

» J'attribuerais aussi volontiers à un effet de pression le noircissement de la plaque qu'a obtenu M. G. Le Bon, en répétant ses expériences sur la lumière noire à la chambre noire. On pourrait aussi l'attribuer à de la lumière emmagasinée par la plaque métallique, ou, si cette dernière était placée contre la plaque sensible, à une simple action réductrice provoquée par le contact du métal; j'ai souvent observé que des poussières métalliques produisaient à la surface du papier sensible des petites taches noires, dues à une réduction du sel d'argent sensible par le métal. Afin d'éviter ces causes d'erreur, j'ai répété plusieurs fois, ainsi que M. H. Emery, l'expérience de M. G. Le Bon, en remplaçant le diaphragme de l'objectif par un diaphragme plein, métallique. Nous avons fait varier le temps de pose de un quart d'heure à six heures, en plein soleil, et nous avons employé des diaphragmes en aluminium de $0^{mm},3$, en cuivre de $0^{mm},05$, en zinc de $0^{mm},05$, sans obtenir la moindre image ni la moindre trace de voile. Ces résultats négatifs sembleraient indiquer que les rayons auxquels M. G. Le Bon a donné le nom de *lumière noire* seraient absorbés par le verre de l'objectif. »

PHYSIQUE. — *Nature et propriétés de la lumière noire.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. d'Arsonval.

« Avant de parler des nouveaux résultats de mes recherches, j'ai l'honneur d'informer l'Académie que mes expériences sur le passage de la lumière ordinaire à travers les corps opaques ont été répétées avec un plein succès

par plusieurs observateurs, notamment par le Dr Arméniac, à Bordeaux, et surtout par M. H. Murat, au Havre. Ce dernier a réussi, en suivant exactement mes instructions, à obtenir, à la lumière noire, des résultats supérieurs à ceux obtenus avec les rayons Röntgen. La lumière noire et les rayons d'origine cathodique ne sont sûrement pas pourtant des radiations semblables, car la lumière noire ne traverse pas des corps tels que l'ébonite, tout à fait transparents pour les rayons de Röntgen. M. Murat m'envoie des photographies de l'intérieur d'un poisson, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Elles montrent une sorte de dissection successive, couche par couche, qu'il serait impossible d'obtenir avec les rayons d'origine cathodique, ainsi que je l'expliquerai dans une prochaine Communication. La lumière d'une simple lampe, transformée en lumière noire par le procédé que j'ai indiqué, c'est-à-dire par son passage à travers des plaques métalliques, a suffi pour obtenir ces résultats.

» Dans mes premières Notes, je n'ai voulu publier que les résultats bruts de mes expériences. Ils ont paru si inexplicables, qu'il est nécessaire d'indiquer la théorie qui a conduit à les exécuter et qui me permettait de les pressentir.

» Le but que je me proposais était d'explorer la zone encore inconnue qui sépare le domaine de la lumière de celui de l'électricité. Je supposais, comme je le disais en terminant ma première Note, que les formes de l'énergie doivent être en nombre infini. Nous n'en connaissons que quelques-unes, telles que la chaleur, la lumière et l'électricité. Mais ces formes connues doivent pouvoir se relier par des formes intermédiaires ; ces dernières sont encore ignorées, parce que nous ne possédons pas d'instruments capables de les traduire d'une façon perceptible à nos sens.

» Pour découvrir un de ces modes d'énergie intermédiaire, il fallait donc trouver d'abord un instrument permettant de mettre en évidence des vibrations moins nombreuses que celles de la lumière et plus nombreuses que celles de l'électricité. Les plaques photographiques étant encore sensibles dans certaines conditions aux vibrations, relativement peu nombreuses, situées hors du spectre lumineux visible, il était à espérer qu'elles seraient sensibles à des vibrations beaucoup moins nombreuses. S'il en était réellement ainsi, nous nous trouvions justement dans la zone intermédiaire entre la lumière et l'électricité. Mais alors cette forme nouvelle de l'énergie devait posséder quelques propriétés intermédiaires entre celles de la lumière et celles de l'électricité. Elle ne se propageait peut-être plus comme la lumière et peut-être se propageait-elle comme l'électricité.

Dans ce dernier cas, les vibrations ne devaient pas être arrêtées par des corps métalliques opaques, quelle que fût leur épaisseur. C'est à vérifier ces conceptions qu'ont été consacrées des recherches poursuivies pendant deux ans, et dont je n'ai voulu exposer dans mes Notes précédentes que les résultats les plus incontestables. Sans la théorie qui nous guidait, nous nous serions arrêtés devant les insuccès qui accompagnèrent nos premières recherches.

» La démonstration du passage de la lumière à travers des plaques épaisses de métal fut faite assez rapidement, mais les résultats s'accompagnaient d'insuccès partiels qui m'embarrassèrent pendant longtemps. Le plus souvent, l'image était parfaite sur les bords extérieurs de la glace ou à son centre, puis s'arrêtait brusquement. En employant deux métaux, on favorisait ou l'on entravait l'expérience. C'est ainsi, par exemple, que la présence d'une feuille d'étain poli derrière la glace sensible empêche le passage de la lumière à travers la plaque d'aluminium recouvrant le cliché. Parfois on obtenait des résultats aussi satisfaisants en plaçant la glace devant ou derrière le cliché. Tantôt l'image était négative et tantôt positive. Évidemment des influences électriques devaient intervenir; mais, évidemment aussi, les effets produits étaient bien dus à l'action de la lumière, puisque, toutes les conditions d'expériences étant égales, les images ne s'obtenaient que lorsque la lumière tombait sur les lames opaques obturant le châssis. J'expliquerai, dans une prochaine Note, comment, au moyen d'un instrument infiniment sensible (un galvanomètre à cadre mobile dans un champ magnétique intense produit par un courant auxiliaire de 30 volts sur 2 ampères), j'espère mettre en évidence le dégagement d'électricité pendant la formation des images photographiques ordinaires. Pour le moment, je ne veux exposer que les expériences concernant le passage de la lumière à travers les corps opaques et les transformations qu'elle y subit.

» Dans les expériences qui vont suivre, chaque cliché reçoit deux glaces sensibles, l'une sur sa partie supérieure, l'autre sur sa partie inférieure; l'une d'elles sert de témoin, c'est-à-dire est destinée à montrer, par un séjour préalable du châssis garni dans l'obscurité, que l'image produite sur la glace couvrant la deuxième partie du cliché ne se produit que sous l'influence de la lumière noire. On élimine entièrement, de cette façon, toutes les hypothèses que l'on pourrait faire sur les causes de la formation de l'image : lumière emmagasinée, pression, chaleur, électricité, etc. Seule la lumière qui a traversé la plaque et s'est transformée en rayons noirs

produit l'image, puisqu'en dehors de cette lumière, l'image ne se produit jamais.

» Voici maintenant une série d'expériences qui sembleraient bien contradictoires, si l'on n'avait, pour les expliquer, la théorie que j'ai exposée et si l'on considérait que la lumière noire doit, comme la lumière ordinaire, se propager toujours en ligne droite.

» Le châssis étant recouvert de l'un des métaux que j'ai indiqués, aluminium ou fer par exemple, une moitié de la plaque métallique est couverte à son tour d'une dizaine de feuilles de papier noir superposées, qui seraient très suffisantes, avec la pose que nous employons, pour arrêter la formation de l'image sur une plaque sensible exposée sous un cliché. Or, au développement, nous constatons que l'image est absolument égale en intensité, aussi bien sous la partie recouverte seulement par le métal, que sous la partie ou le métal est recouvert lui-même de dix épaisseurs de papier. Si, sur cette même lame métallique, nous superposons de gros disques en fer de plusieurs centimètres d'épaisseur, nous constatons encore que ces disques, malgré leur épaisseur, ne laisseront aucune trace sur l'image.

» Ces expériences, qui ont été répétées en les variant de toutes façons, sont fondamentales. Elles nous montrent d'abord que le degré d'épaisseur des lames opaques est sans importance pour le passage de la lumière, absolument comme il le serait pour le passage de l'électricité. Ces expériences nous montrent aussi que la lumière noire suit, pour se propager, d'autres lois que celles de la lumière ordinaire. En effet, si la lumière noire se propageait en ligne droite, les parties du cliché protégées par les disques et les feuilles de papier placées au-dessus des lames métalliques seraient indiquées par une ombre sur la glace. Mais, si la lumière noire obéit aux lois de la propagation des ondes électriques, il suffit qu'un point du métal reçoive des rayons pour que ces rayons se propagent sur toute sa surface.

» On peut donc transformer la lumière en radiations qui se propagent comme les courants électriques. Ce ne sont pas des radiations électriques pourtant, car les courants électriques ordinaires ne suffisent pas à produire les mêmes effets.

» Nous nous trouvons donc en présence d'un mode d'énergie qui n'est plus de la lumière, puisqu'il n'a plus qu'une partie de ses propriétés et n'obéit pas aux lois de sa propagation. Ce mode d'énergie n'est pas non plus de l'électricité, puisque l'électricité sous ses formes connues ne produit pas les mêmes effets. La *lumière noire* doit être très probablement

considérée comme une force nouvelle, ajoutée au petit nombre de celles que nous connaissions déjà. »

PHYSIQUE. — *Épreuves photographiques obtenues dans l'obscurité.* Note de M. **A. Briançon.** (Extrait.)

« Chambéry, le 11 février 1896.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie deux clichés photographiques obtenus dans les conditions suivantes :

» Sur la glace d'un châssis pour positif, j'ai appliqué une feuille de carton noir la recouvrant entièrement. Sur cette feuille, j'ai disposé deux plaques sensibles, au-dessus desquelles j'ai placé une branche de cyprès, et un poisson découpé dans une feuille de carton noir; au-dessus, un lit de papier buvard. Puis, j'ai fermé le châssis avec la planchette. Le tout a été enveloppé d'un drap noir à plusieurs épaisseurs. Ces opérations ont été faites dans la chambre obscure. J'ai ensuite déposé le paquet dans un placard hermétiquement fermé, dans une chambre bien close. J'avais ainsi une obscurité aussi complète que possible.

» Deux heures après, j'ai développé les clichés et j'ai obtenu le résultat que l'on pourra constater.

» Dans ma pensée, cette expérience était destinée à vérifier une hypothèse qui expliquerait la transmission de la lumière au travers des corps opaques. Tous les corps se laisseraient imprégner par les rayons lumineux : une fois imprégnés, ils laisseraient dégager la lumière qu'ils auraient reçue et pourraient ainsi agir, *dans l'obscurité*, sur une plaque sensible. Le résultat de mon expérience ne semble pas confirmer complètement cette hypothèse, car l'image négative de l'objet, au lieu d'être claire, devrait être noire. Peut-être d'autres expériences pourront-elles donner l'explication de cette anomalie apparente.

» Quoi qu'il en soit, un corps qui a été exposé à la lumière impressionne, dans l'obscurité, une plaque sensible. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un procédé rapide de dosage de l'arsenic.* Note de MM. **R. Engel** et **J. Bernard**, présentée par M. Friedel.

« Le dosage de l'arsenic, surtout lorsqu'il ne s'agit que de petites quantités, présente des difficultés, des causes d'incertitudes, et exige toujours un temps considérable.

» En vue de recherches biologiques, M. A. Gautier (*Bull. de la Soc. chim.*, t. XXIV, p. 251) a étudié le dosage de l'arsenic par la pesée de l'anneau, obtenu par la méthode de Marsh, et a précisé avec soin les conditions dans lesquelles il faut opérer pour éviter toute perte. Ce procédé a donné, entre les mains de l'auteur et celles d'un de ses élèves, les résultats les plus précis; mais son application est délicate et sa durée un peu longue pour les dosages ordinaires de l'arsenic.

» Voici un procédé qui, abstraction faite de la durée de la précipitation, n'exige que quelques minutes et donne des résultats très précis.

» Les principes sur lesquels il repose sont les suivants :

» 1° Les composés oxygénés de l'arsenic, en solution dans l'acide chlorhydrique concentré, sont totalement réduits à l'état d'arsenic métalloïdique par l'acide hypophosphoreux, ainsi qu'il résulte des expériences antérieures de l'un d'entre nous;

» 2° L'iode en solution transforme l'arsenic métalloïdique en acide arsénieux, avec formation de petites quantités seulement d'acide arsénique, tant que la liqueur reste acide; dans une liqueur rendue alcaline par les bicarbonates, la transformation en acide arsénique est totale.

» La pratique du procédé est la suivante :

» A une solution arsénicale ramenée, s'il y a lieu, par concentration en liqueur alcaline, à 20^{cc} ou 40^{cc}, on ajoute trois fois son volume d'acide chlorhydrique à 22°B., puis un fort excès d'acide hypophosphoreux; suivant la quantité présumée d'arsenic, nous employons de 4^{cc} à 10^{cc} d'une solution de cet acide à 35°B. La précipitation se fait, à la température ordinaire, sous la forme d'une poudre brune; il est bon d'opérer dans un vase tronc-conique bouché à l'émeri.

» Après une douzaine d'heures, on chauffe légèrement le mélange au bain-marie, et l'on y ajoute son volume d'eau bouillie et bouillante : cette opération a pour but de faciliter la filtration qui est plus rapide avec des liquides chauds.

» On filtre d'abord le liquide clair, puis on porte le précipité sur le filtre. On lave le vase et le précipité à l'eau bouillante, sans se préoccuper d'un très léger dépôt qui, quelquefois, adhère au vase. On poursuit le lavage jusqu'à ce que le liquide filtré ne soit plus acide. On porte alors le filtre contenant le précipité dans le vase même où s'est effectuée la précipitation, et l'on y ajoute progressivement, à l'aide d'une burette graduée, une solution décinormale d'iode en agitant le vase. Les premières quantités d'iode sont rapidement décolorées. Comme les $\frac{3}{5}$ seulement de l'iode total nécessaire pour transformer l'arsenic en acide arsénique sont consommés pour dissoudre l'arsenic, on peut, après chaque décoloration, ajouter, en une seule fois, un peu plus de la moitié du volume d'iode déjà employé sans risque d'en mettre un excès. Il est essentiel de ne pas ajouter d'eau dans cette phase de l'opération, afin que la solution d'iode reste assez concentrée pour réagir rapidement.

» Lorsque, après une dernière addition, la liqueur reste colorée, on attend deux ou

trois minutes en remuant de temps en temps de façon à dissoudre les dernières traces d'arsenic adhérentes au filtre ou au vase. On ajoute alors environ 50^{cc} d'eau et 10^{cc} d'une solution saturée de bicarbonate de soude ou de potasse : cette addition détermine la décoloration immédiate de la liqueur et des débris du filtre, par suite de la transformation de l'acide arsénieux en acide arsénique, sous l'influence de l'iode en présence des bicarbonates.

» On achève le titrage par l'iode en se servant de l'amidon comme indicateur, comme lorsqu'il s'agit du titrage connu de l'acide arsénieux par l'iode. Chaque centimètre cube d'iode employé correspond à $0^{gr},0015$ d'arsenic.

» Pour vérifier l'exactitude de ce procédé de dosage, nous avons opéré de la manière suivante :

» Avec une même pipette de 10^{cc}, nous avons prélevé cinq prises d'essai d'une solution d'acide arsénieux. Dans les trois premières prises d'essai, nous avons dosé directement l'anhydride arsénieux par une solution décinormale d'iode en laissant écouler la liqueur titrée d'une burette de 50^{cc}, sans la recharger; de cette manière, nous avons éliminé l'influence des petites différences de graduation pouvant exister dans les différentes parties de la burette. La moyenne de ces trois déterminations a été trouvée de $14^{cc},04$ d'iode correspondant à 0,05265 d'arsenic métalloïdique par prise d'essai.

» Les prises d'essai 4 et 5 ont été précipitées par l'acide hypophosphoreux, et l'arsenic obtenu a été traité comme il a été dit plus haut. Le volume d'iode nécessaire a été, dans une expérience, de $35^{cc},125$ et, dans l'autre, de $35^{cc},175$, correspondant respectivement à 0,05268 et 0,05276 d'arsenic, soit en moyenne 0,05272, quantité qui ne diffère de la quantité trouvée directement que de 7 centièmes de milligramme.

» Ce dosage peut être effectué en présence de tous les métaux du troisième, du quatrième et du cinquième groupe.

» Voici le résultat de quelques analyses dans lesquelles on a ajouté des quantités connues et déterminées au milligramme seulement d'acide arsénieux à des solutions salines des divers métaux suivants :

Métal en présence de l'arsenic.	Arsenic ajouté.	Arsenic trouvé.
Nickel....................	0,054	0,0539
Cobalt....................	0,074	0,0735
Manganèse................	0,059	0,0589
Aluminium................	0,084	0,084
Zinc......................	0,123	0,1229

» Comme 1^{cc} de solution d'iode décinormale correspond à $1^{mgr},5$ d'arsenic, on voit qu'il est facile d'apprécier sans erreur sensible $\frac{1}{10}$ de milligramme, avec les burettes habituellement employées dans les laboratoires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse partielle de l'acide géranique; constitution du lémonol et du lémonal.* Note de MM. **P. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Dans nos précédentes Notes sur le lémonol et le lémonal, nous avons proposé, pour ces deux corps, deux formules de constitution fondées sur des réactions assez nombreuses et, en particulier, sur la formation dans leur oxydation de la méthylhepténone naturelle, de l'acide méthylhepténone-carbonique et de l'acide térébique.

» En continuant nos recherches sur ce sujet, nous avons obtenu de nouveaux résultats, s'accordant difficilement avec nos premières formules. De plus, nous avons récemment fait voir, par l'étude de combinaisons avec la semi-carbazide, que le lémonal, purifié par la distillation fractionnée et même par l'emploi du bisulfite, n'est pas un corps homogène; nous y avons rencontré trois aldéhydes isomériques en proportions très inégales. Nous avons conservé le nom de *lémonal* à la plus abondante d'entre elles, dont la semicarbazone fond à 135°.

» Si l'on rapproche ce fait de ce que les acides méthylhepténone-carbonique et térébique ne se forment qu'en petite quantité dans l'oxydation du lémonal, il nous a paru possible que sa formation fût due à l'oxydation des impuretés du lémonal.

» Tout récemment, M. Tiemann, utilisant la formule de constitution que nous avons établie pour la méthylhepténone naturelle, et abandonnant ses anciennes formules, proposa pour le lémonal une formule de constitution rendant compte de tous les faits observés, sauf de la formation des acides térébique et méthylhepténone-carbonique.

```
      CH³
       |
       C
     // \
   CH    CH³
   |
  CH²   COH
     \  /
      C
      ||
      C
     / \
  CH³   CH³
```

Formule de MM. Barbier et Bouveault.

```
       CH³
        |
        C
      /  \\
   CH²    CH
    |     |
   CH²   COH
     \
      CH
      ||
      C
     / \
  CH³   CH³
```

Formule de M. Tiemann.

» Pour décider entre ces deux formules, nous avons entrepris de résoudre la question par la synthèse.

» Au lémonal correspond, par fixation d'un atome d'oxygène, l'acide géranique, $C^{10}H^{16}O^2$; cet acide aurait donc, en admettant les idées de M. Tiemann, la constitution :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\overset{\large CH^3}{|}}{C} = CH - CO^2H.$$

» Pour obtenir un corps de cette constitution, nous avons condensé la méthylhepténone naturelle avec l'iodacétate d'éthyle en présence du zinc, utilisant ainsi la méthode de Saytzeff, étendue par S. Reformatzky au cas des acides organiques (1). (S. Reformatzky, *D. chem. G.*, t. XX, p. 1210, et t. XXVIIII, p. 2838.)]

» La condensation s'effectue facilement suivant le schéma

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\overset{\large CH^3}{|}}{C}O + Zn + CH^2ICO^2C^2H^5$$

$$= \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\underset{\large OZnI}{|}}{\overset{\overset{\large CH^3}{|}}{C}} - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Le produit de condensation se décompose au contact de l'eau suivant la formule :

$$2\left\{ \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\underset{\large OZnI}{|}}{\overset{\overset{\large CH^3}{|}}{C}} - CH^2 - CO^2C^2H^5 \right\} + 2H^2O$$

$$= ZnI^2 + Zn(OH)^2 + 2\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\overset{\large CH^3}{|}}{C}(OH) - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Ce produit, qui a été analysé, forme une huile incolore à odeur faible, bouillant à 125°-135° sous 7mm; il ne diffère du géraniate d'éthyle que par une molécule d'eau en plus.

» L'anhydride acétique à l'ébullition le transforme en un acétate très stable bouillant aux environs de 140° sous 7mm et à 250° à la pression ordinaire; mais l'ébullition avec l'acide acétique tenant en dissolution un peu de chlorure de zinc le décompose, ainsi que son acétate, en un liquide bouillant à 110°-120° sous 7mm d'une odeur peu agréable et possédant la composition du géraniate d'éthyle.

» L'acide $C^{10}H^{18}O^3$, obtenu par saponification de son éther, forme un liquide extrêmement visqueux, bouillant sans décomposition à 170° sous 7mm; cet acide est moins

(1) Substitués par un élément halogène.

stable que son éther, car l'ébullition avec l'anhydride acétique lui enlève une molécule d'eau, et le transforme en un acide $C^{10}H^{16}O^2$ possédant la composition de l'acide géranique; cette réaction s'opère suivant le schéma

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\overset{\displaystyle CH}{|}}{C}(OH) - CH^2 - CO^2H$$

$$= H^2O + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = CH - CO^2H.$$

» Cet acide qui bout sous 10^{mm} aux environs de 150°, point d'ébullition de l'acide géranique, et possède son odeur est en effet identique à l'acide géranique, car l'acide sulfurique à 80 pour 100 le transforme aisément, à froid, en acide isogéranique très bien cristallisé et fondant à 103°-104°. L'éther décrit plus haut est donc également le géraniate d'éthyle.

» Cette synthèse partielle de l'acide géranique établit nettement l'exactitude de la formule proposée par M. Tiemann.

» Cette modification dans les formules du lémonol et du lémonal entraîne également la modification de celles que nous avons proposées pour le licaréol et le licarhodol, alcools actifs dont les relations avec les précédents sont des plus étroites; nous n'avons jusqu'ici rien trouvé d'assez net pour pouvoir en proposer de nouvelles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'eugénol.* Note de M. Ch. Gassmann (¹) (Extrait).

« *Acide eugénolacétique :* $C^6H^3(CH^2 - CH = CH^2)^{(1)}(OCH^3)^{(3)}(OCH^2COOH)^{(4)}$. Pour obtenir cet acide, on chauffe, pendant une vingtaine d'heures à l'ébullition, un mélange de 65^{gr} d'eugénol, de 130^{gr} de soude caustique à 30,6 pour 100 et de $37^{gr},5$ d'acide monochloracétique. On laisse refroidir le mélange et l'on isole l'acide libre par addition de 111^{gr} d'acide chlorhydrique, ce qui détermine sa précipitation en un amas cristallin. La marche de la réaction peut être contrôlée par des essais de copulation avec des sels diazoïques, essais qui ne réussissent qu'en présence d'eugénol qui doit disparaître à la fin de la réaction.

» L'acide brut obtenu de la manière indiquée (la précipitation par l'acide chlorhydrique ayant été faite à froid) est recristallisé de l'eau à 70° C. ou de l'alcool dilué et donne, après deux recristallisations, le point de fusion 75°.

» L'acide eugénolacétique est facilement soluble dans l'eau chaude, dans l'alcool,

(¹) Voir *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, 1895; *Ber. der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVIII, 1870.

l'acétone, la benzine, la ligroïne et l'éther, difficilement soluble dans l'eau froide; il forme des sels avec les bases, dans lesquels l'acide carbonique ne le déplace pas.

» Le sel de sodium est soluble dans l'eau; il peut être précipité par le chlorure de sodium de sa solution (1).

» *Acide isoeugénolacétique :* $C^6H^3(CH:CH-CH^3)^{(1)}(OCH^3)^{(3)}(OCH^2COOH)^{(4)}$. La transposition du groupe allylique en groupe propylénique peut être pratiquée de différentes manières. On obtient d'excellents rendements en suivant cette méthode.

» On dissout 84gr de potasse caustique dans 122gr d'alcool amylique, puis on y introduit 40gr d'acide eugénolacétique et l'on chauffe pendant vingt à vingt-quatre heures à 145° au bain d'huile; on distille l'alcool amylique avec la vapeur d'eau; le résidu se prend en masse en refroidissant, on y ajoute de la glace pulvérisée et, en maintenant à 0°-5°, on y ajoute lentement un mélange de 200gr d'acide chlorhydrique et de 100gr d'eau. On filtre la masse cristalline blanche, on la lave à l'eau et on la cristallise dans l'alcool dilué. Il est absolument urgent d'observer la température de précipitation de 0°-5°, attendu qu'au-dessus de 5° on obtient un produit polymérisé auquel adhère un corps huileux. Cette précaution, du reste, est générale pour les dérivés isoeugénoliques et pour l'isoeugénol même (Tiemann).

» La transposition peut être faite encore d'après la méthode suivante :

» On dissout 2,5 parties de potasse dans 5 parties d'eau; puis on y ajoute 1 partie d'acide eugénolacétique; on mélange le tout soigneusement, on chauffe en remuant ou bien dix heures à 150°, ou rapidement à 200° en y restant une demi-heure; on reprend la fusion par l'eau, on refroidit à 0°, on reste à cette température en y ajoutant 6 parties d'acide chlorhydrique ordinaire, on filtre et l'on isole l'acide isoeugénolacétique en reprenant le produit lavé à l'eau froide par de l'eau à 70° qui dissout de l'acide eugénolacétique qui n'a pas réagi. Le reste est cristallisé de l'alcool dilué.

» Lorsqu'on dissout 16gr d'isoeugénol dans 27gr de soude caustique à 30,6 pour 100 et qu'on chauffe pendant quinze heures avec 10gr d'acide monochloracétique en se servant d'un réfrigérant ascendant, on peut isoler, avec 30gr d'acide chlorhydrique à froid (0°-5°), l'acide isoeugénolacétique, qu'on lave à l'eau froide et qu'on recristallise de l'alcool.

» L'acide isoeugénolacétique se présente en aiguilles blanches; il fond à 92°-94°, ne cristallise pas de l'eau, se dissout facilement dans l'alcool, l'éther, l'acétone, le benzène et l'éther de pétrole.

» Ses sels alcalins sont solubles dans l'eau, toutefois en moindre mesure que ceux de son isomère, l'acide eugénolacétique; la soude caustique les précipite de leur solution (2).

---

(1) Les dosages de carbone et d'hydrogène dans l'acide eugénolacétique révèlent les données suivantes :

Analyse :	Théorie :	C..... 64,85	H..... 6,32
	Trouvé :	C..... 65,00	H..... 5,90

(2) Le dosage de carbone et d'hydrogène fournit les nombres suivants :

Analyse :	Théorie :	C..... 64,85	H..... 6,32
	Trouvé :	C..... 64,40	H..... 6,00

» *Acide vanilline-acétique :*

$$C^6H^3(COH)^{(1)}(OCH^3)^{(3)}(OCH^2COOH)^{(4)}.$$

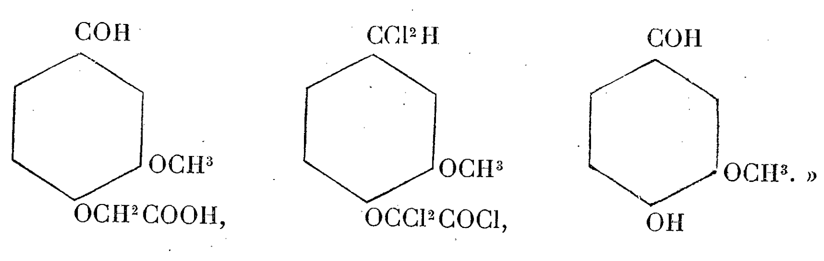
» L'oxydation de l'acide isoeugénolacétique par le permanganate potassique est instantanée en solution aqueuse alcaline, neutre ou acide.

» On dissout 21gr,6 d'acide isoeugénolacétique dans une solution de 4gr de soude caustique dans 200gr d'eau, on refroidit avec de la glace et l'on y ajoute lentement en remuant la solution de 21gr,1 de permanganate de potasse dans 525gr d'eau et 16gr d'acide acétique à 50 pour 100. Cet acide acétique peut être remplacé par un courant d'acide carbonique qu'on fait passer à travers les produits qui réagissent. Lorsque la couleur du permanganate a disparu, on fait bouillir, on sépare du peroxyde de manganèse par filtration à chaud, on sursature les eaux mères, évaporées partiellement, d'acide chlorhydrique, et l'on reprend par l'éther. La solution éthérée laisse comme résidu l'acide vanilline-acétique, contenant un peu d'acide vanillique-acétique qu'on sépare, grâce à son caractère plus acide, du produit principal ou encore par la réaction que donne l'acide vanilline-acétique avec les bisulfites alcalins. Après la filtration du peroxyde manganique, on fait bien de décolorer la solution par du noir animal.

» Cristallisé de l'alcool, l'acide vanilline-acétique se présente en cristaux incolores (souvent un peu jaunâtres) au point de fusion 188°-190°. Il est soluble dans l'eau chaude, dans l'alcool et dans beaucoup d'autres dissolvants. Il n'est pas déplacé de ses sels par l'acide carbonique et forme facilement une combinaison bisulfitique.

» Ce corps est identique avec celui obtenu à l'aide de la vanilline avec l'acide monochloracétique en solution alcaline (*Ber. der deutschen chem. Gesellschaft*, XIX, 3055). L'oxydation par $\frac{8}{10}$ de parties d'acide chromique en solution acétique conduit aussi au but (1).

» Si l'on chauffe 1 partie d'acide vanilline-acétique avec 2-3 parties de pentachlorure de phosphore jusqu'à liquéfaction complète, et qu'on verse le produit de réaction dans l'eau bouillante, l'éther extrait de cette solution de la vanilline, qui a pu être caractérisée par ses propriétés. Comme produits accessoires, on a pu remarquer la formation d'acide carbonique, ce qui permet d'admettre la possibilité de la réaction suivante :



(1) *Analyse.* — Théorie pour 100 : C...... 57,14 H...... 4,77
Trouvé pour 100 : C...... 57,5 H...... 4,5

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition du grisou.* Note de M. TH. SCHLŒSING fils, présentée par M. Duclaux.

« La décomposition lente des matières végétales à l'abri de l'air fournit assez généralement, comme produit gazeux combustible, du méthane. Ce n'est pourtant pas là le seul gaz combustible qu'elle puisse donner. Ainsi, dans la fermentation anaérobie de la paille de fumier, M. Dehérain a trouvé qu'il se faisait parfois de l'hydrogène, et j'ai rencontré après lui le même fait.

» Dans la transformation des matières végétales en houille, s'est-il communément formé d'autres gaz combustibles que le méthane? Le méthane est-il le seul gaz combustible qui figure d'ordinaire dans la composition du grisou des mines? M. H. Le Chatelier m'a signalé l'intérêt (1) que pourrait présenter une étude un peu étendue sur cette question, étude qui ne lui paraissait pas avoir été faite encore avec une suffisante précision et qu'il a bien voulu me mettre à même d'exécuter, en me procurant les échantillons de gaz nécessaires.

» On va voir plus loin la liste des échantillons examinés; ils correspondent aux principaux types des mines françaises. Dans chacun d'eux, j'ai dosé d'abord l'acide carbonique et l'oxygène; le gaz restant, comprenant l'azote et la partie entièrement combustible, a été soumis à une analyse eudiométrique très soignée, laquelle a fait connaître la proportion et la composition de cette partie. Je réunis les résultats dans le Tableau suivant :

	Pour 100 volumes de gaz complet donné.				Pour 100 volumes de gaz entièrement combustible brûlé dans l'eudiomètre.	
Provenance des échantillons.	CO^2.	O.	Az.	Gaz combustible.	Contraction.	CO^2.
I. Anzin (fosse Hérin)	0,4	0,5	2,2	96,9	200,4	100,8
II. Anzin (fosse Renard, étage 476m)	0,0	0,1	3,5	96,4	201,4	101,9
III. Anzin (fosse Renard, étage 546m)	0,3	0,0	9,5	90,2	200,6	100,4
IV. La Grand-Combe (puits des Oules)	1,1	9,5	16,6	81,8	200,9	100,2
V. La Grand-Combe (mine du Ravin)	2,6	0,4	10,2	86,8	200,7	100,7
VI. La Grand-Combe (mine de la Forêt)	4,1	0,0	7,1	88,8	201,0	101,3

(1) Le dosage du grisou, dans les mines, se fait de plus en plus par la détermination des limites d'inflammabilité. Pour une bonne application de cette méthode, on a besoin de savoir exactement à quel gaz combustible on a affaire.

Provenance des échantillons.	Pour 100 volumes de gaz complet donné. CO².	O.	Az.	Gaz combustible.	Pour 100 volumes de gaz entièrement combustible brûlé dans l'eudiomètre. Contraction.	CO².
VII. La Grand-Combe (puits du Pontil)	2,7	0,1	8,7	88,5	201,8	100,5
VIII. La Grand-Combe (section de Trets)	3,3	0,8	14,8	81,1	201,5	100,5
IX. Aciéries de France	1,1	0,3	7,4	91,2	201,7	100,7
X. Campagnac	0,7	0,0	6,8	92,5	200,3	100,5
XI. Saint-Étienne	0,4	0,1	4,9	94,6	202,0	100,7
XII. Plat-de-Gier	1,0	0,2	20,2	78,6	200,9	100,8
XIII. Roche la Molière et Firminy	0,9	0,0	9,2	89,9	201,6	100,5
Moyenne					201,1	100,7
XIV. Ronchamp (puits du Chanois)	0,7	0,0	6,6	92,7	202,3	102,7
XV. Ronchamp (puis du Chanois, 2e échon)	1,2	0,1	8,1	90,6	203,2	102,6
XVI. Blanzy	3,7	0,9	39,8	55,6	203,7	104,3

» Considérons d'abord les résultats rapportés à 100 de gaz complet. Ils donnent lieu aux observations suivantes.

» L'acide carbonique s'est trouvé généralement en très faible proportion; il a pu, d'ailleurs, être en partie fourni par l'eau sur laquelle les échantillons ont été recueillis.

» L'oxygène, plus rare, venait de cette eau ou de petites quantités d'air qui s'étaient introduites dans les bouteilles ayant servi au transport des échantillons.

» L'azote s'est présenté en proportion très variable et souvent fort élevée; il n'a pu provenir entièrement ni de l'eau ni de rentrées d'air dans les bouteilles; la plus grande partie préexistait dans le grisou au moment où il a été recueilli.

» Il est essentiel que l'azote soit très exactement connu; car il intervient dans le calcul de la partie entièrement combustible du gaz analysé, par suite dans la détermination de la contraction et de l'acide carbonique rapportés à 100 de gaz entièrement combustible, et ces deux derniers éléments fixent la composition à trouver du gaz combustible, but principal des expériences. C'est pourquoi j'ai contrôlé plusieurs des taux d'azote obtenus par l'analyse eudiométrique en les déterminant encore autrement : j'ai brûlé des volumes connus de grisou sur de l'oxyde de cuivre très fortement chauffé, j'ai absorbé l'acide carbonique produit et mesuré l'azote résiduel; les deux méthodes ont pleinement concordé.

» L'origine de l'azote que renferme le grisou ne fait guère de doute; elle est dans la pénétration d'air extérieur, dont l'oxygène, qui ne se retrouve plus, a été absorbé par la houille en vertu d'une propriété bien connue. Quand, surtout, l'azote est très abondant, il semble bien qu'il ne puisse pas provenir de la décomposition des matières azotées comprises dans la houille. J'ai voulu, cependant, avoir sur ce point le contrôle de

l'expérience. Sur un mélange d'échantillons moyennement riches (VIII, IX, X) et sur le plus riche en azote (XVI), j'ai dosé l'argon aussi exactement que le permettait la faible quantité de gaz dont je disposais; j'ai trouvé 1,1 d'argon pour 100 d'azote, en volume; c'est à peu près la proportion (1,19) que j'ai obtenue dernièrement avec l'azote extrait de l'air. Ainsi l'origine atmosphérique de l'azote était confirmée.

» Examinons maintenant les résultats relatifs à la contraction observée et à l'acide carbonique produit pour 100 de gaz combustible brûlé dans l'eudiomètre.

» Les différences entre les divers échantillons sont (sauf pour XIV, XV et XVI) peu importantes; je considérerai seulement les moyennes 201,1 et 100,7. D'après ce qui est admis, 100 de méthane devrait fournir comme contraction et comme acide carbonique 200 et 100. Mais j'ai soumis aux mêmes procédés d'analyse que ci-dessus du méthane pur, préparé, sur le conseil de M. Friedel, par décomposition du mercure-diméthyle au moyen d'un acide (acide sulfurique concentré, à froid), toutes précautions étant prises pour éliminer la vapeur de mercure-diméthyle. Ce gaz m'a donné 201,1 et 100,4 ([1]), c'est-à-dire des chiffres tout semblables à ceux des échantillons de grisou.

» J'en conclus que les échantillons (sauf XIV, XV et XVI) ne contenaient à très peu près, comme gaz combustible, que du méthane au même degré de pureté que celui qu'on tire du mercure-diméthyle. Les résultats relatifs à XIV, XV et XVI, vérifiés par de nombreuses analyses, peuvent s'expliquer par la présence d'une petite quantité d'éthane (de 2 à 4 pour 100).

» En résumé, on pourra le plus souvent, dans la pratique, considérer la portion combustible du grisou comme consistant simplement en méthane; il arrive pourtant aussi qu'elle comprenne une proportion, faible mais sensible, d'hydrocarbure étranger. »

([1]) D'après ces chiffres, le méthane serait un peu plus condensé qu'on l'admet ordinairement. Je croirais imprudent d'affirmer le fait, parce que les différences entre 201,1 et 200 et entre 100,4 et 100 sont presque de l'ordre des erreurs d'expérience. Cependant si, avec ces nombres 201,1 et 100,4 et des données précises sur la composition de l'acide carbonique et celle de l'eau, on calcule les poids de carbone et d'hydrogène contenus dans un litre de méthane, on en déduit, pour ce gaz, la densité 0,558 regardée comme exacte, tandis que le même calcul fait avec les nombres 200 et 100 conduit à une densité trop faible.

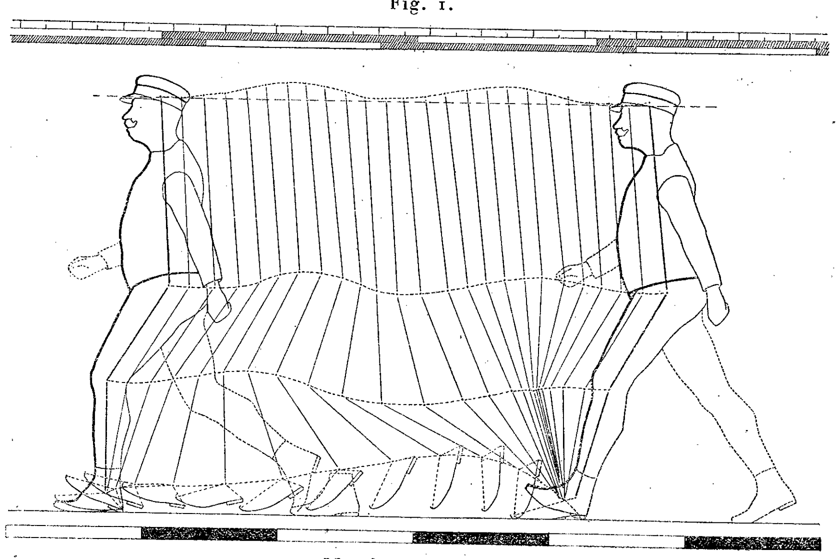
PHYSIOLOGIE. — *Marche et course en flexion*. Note de MM. **Comte** et **Regnault**, présentée par M. Marey.

« Un officier d'artillerie, le commandant de Raoul, a préconisé pour l'entraînement des troupes une méthode de marche et de course, dite *en flexion*, qui permet d'obtenir, d'hommes quelque peu entraînés, des marches rapides et longues sans les fatiguer plus qu'en leur faisant parcourir des distances moitié moindres aux allures militaires classiques.

» Il nous a paru intéressant de faire l'étude critique de cette méthode de marche et de voir si notre marche usuelle pouvait avec avantage être modifiée, pour obtenir avec la même dépense de travail un meilleur rendement (¹).

» Profitant des nombreux appareils d'investigation réunis par M. Marey pour l'étude du mouvement à la Station physiologique, nous avons fait,

Fig. 1.



Marche ordinaire.

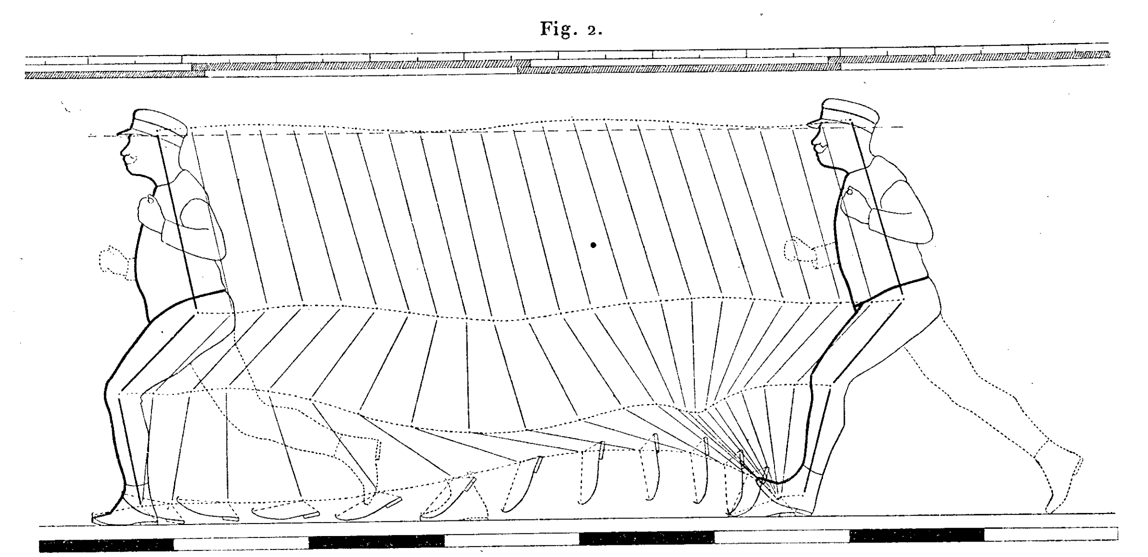
grâce au concours du commandant de Raoul, une étude comparée des

(¹) L'un de nous avait déjà remarqué qu'à Ceylan et au Japon les coureurs de profession ont une manière assez analogue de progresser. Ils avancent très rapidement, rasant le sol, le corps très penché en avant et les jambes presque constamment un peu fléchies.

allures ordinaires et des allures en flexion. Analysées par la Chronophotographie et traduites en épures à la manière ordinaire, ces deux sortes de marche ont donné (*fig.* 1 et 2) des aspects bien différents.

» On voit tout d'abord que, dans la marche ordinaire, le corps exécute des oscillations verticales brusques et assez hautes, tandis que, dans la marche en flexion, ces oscillations sont lentes et peu élevées. Or, il est dé-

Fig. 2.



Marche en flexion.

montré que les oscillations verticales du corps constituent la principale cause de dépense de travail dans la marche ordinaire; il est donc naturel d'attribuer à la diminution de ces oscillations la moindre fatigue observée dans le second genre de marche.

» Si l'on cherche, sur les épures, la cause de la différence d'amplitude des oscillations verticales, on voit qu'elle réside tout entière dans la façon dont le genou se fléchit ou se redresse aux différentes phases de l'appui du pied.

» Considérons le cas idéal où la jambe serait toujours rigide et de longueur constante comme le serait une jambe de bois; à chaque appui du pied, la hanche, en progressant, décrira autour du pied qui pose sur le sol un arc de cercle ayant pour rayon la longueur du membre. La hanche, en soulevant le corps tout entier, le forcera à décrire une oscillation ascendante, puis descendante. Avec une jambe flexible, au contraire, on conçoit que la hanche puisse se mouvoir suivant une droite parallèle à

la surface du sol. Il faudra pour cela que la jambe diminue de longueur pendant la première moitié de son appui pour supprimer l'oscillation ascendante tandis que, dans la seconde moitié de l'appui, la jambe devra s'allonger pour supprimer l'oscillation descendante.

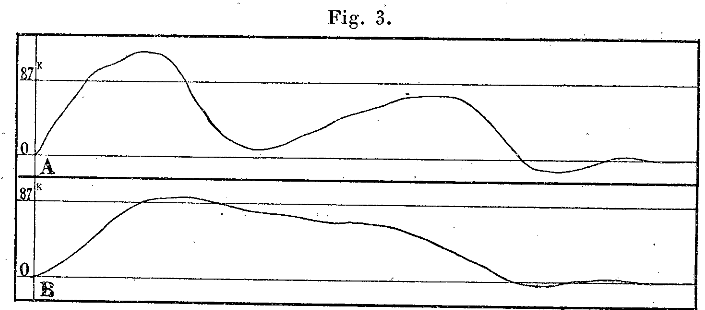
» C'est un effet analogue qui tend à se produire dans la marche en flexion. La comparaison des figures montre que dans la marche ordinaire, au début de l'appui, la jambe se redresse, accroissant la longueur du rayon et par conséquent l'oscillation ascendante, tandis que dans la marche en flexion le genou, pliant de plus en plus, raccourcit le rayon et éteint cette oscillation ascendante.

» Dans la seconde moitié de l'appui, le genou, dans la marche ordinaire, reste étendu, ce qui produit, pour la hanche et pour le corps, l'oscillation descendante. Dans la marche en flexion, le genou, qui était plié jusque-là, s'étend au contraire et empêche la hanche et avec elle le corps tout entier de descendre. Sur l'exemple représenté *fig.* 2, l'extension de la jambe excède même ce qui était nécessaire pour empêcher le corps de descendre; elle le soulève même un peu, produisant une légère ascension qu'il serait assurément utile de suprimer pour atteindre la perfection idéale.

» Notons que l'amplitude des oscillations verticales du corps croît avec l'étendue du pas et que, par conséquent, dans la marche en flexion, où le pas est d'un quart plus long que dans la marche ordinaire, on aurait des oscillations verticales très fortes si les mouvements du genou n'en atténuaient pas les effets.

» Enfin comme les variations de la pression des pieds sur le sol donne

Fig. 3.



Pression du pied sur le sol dans : A, marche ordinaire; B, marche en flexion.

la mesure des chocs qui se produisent au début des appuis du pied et celle des efforts musculaires appliqués à propulser le corps à la fin de ces mêmes appuis, nous avons recouru à la Dynamographie pour avoir la

mesure de ces pressions. Nous avons trouvé, pour la marche ordinaire, des pressions très énergiques et brusques au début et à la fin des appuis; tandis que, dans la marche en flexion, la pression croît et décroît d'une façon graduelle et que son maximum ne dépasse que de très peu la valeur du poids du corps.

» Toutes ces mesures concordent donc pour assigner à la marche en flexion une supériorité sur la marche ordinaire, surtout pour les hommes lourds ou chargés de fardeaux.

» Entre les deux genres de course existent des différences analogues, surtout si l'on compare la course ordinaire de fond à la course en flexion; car, dans la course de vitesse, l'homme est amené instinctivement à réduire le plus possible le travail inutile et il y arrive en augmentant la flexion des articulations du membre inférieur et en penchant le corps en avant.

» Ce mécanisme dela marche et de la course en flexion est conforme à la théorie générale de progression de tout animal ou de tout véhicule sur le sol. De même qu'il est reconnu qu'un cheval est d'autant plus rapide qu'il a plus de souplesse dans les membres, de même c'est un principe fondamental de Mécanique, qu'un véhicule peut acquérir une vitesse d'autant plus grande que l'on diminue davantage ses vibrations. Cette théorie trouve son application dans l'emploi, pour la bicyclette, des bandages pneumatiques sans lesquels on n'aurait jamais pu atteindre les vitesses que l'on connaît.

» Or, bien que l'on marche depuis des siècles, l'homme s'est habitué à cette démarche fière et raide qu'il trouve sans doute seule digne de sa grandeur, mais qui a permis à Maissiat de le comparer, à juste titre, à une voiture dont les roues dépourvues de jantes avanceraient en passant de rayon en rayon. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une application nouvelle de la photographie et du phénakisticope;* par M. **Georges Guéroult**.

M. G. **Guéroult** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 11 juin 1889. Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante.

« La Photographie instantanée a permis d'opérer, pour ainsi dire, l'*analyse* des mouvements rapides, et de nous révéler ainsi, dans ces mouvements, des phases qui, en raison de l'imperfection des organes visuels,

nous avaient toujours échappé (Études de Muybridge sur le galop du cheval, de Marey sur la course, le saut, le vol, etc.). Mais, à ma connaissance, personne ne s'est occupé du problème inverse, je veux dire de la *synthèse* des différentes phases d'un mouvement trop lent pour être sensible à notre vue.

» Prenons, par exemple, la croissance d'une plante, d'un enfant, des cheveux, de la barbe; à de certains moments assez espacés, nous constatons bien un accroissement notable, mais nous ne nous faisons aucune idée de l'*allure* du phénomène dans l'intervalle de ces moments. Il me paraît évident que, si notre vue était assez subtile pour nous permettre de *voir* l'herbe pousser, nous serions en mesure de découvrir des particularités qui aujourd'hui nous échappent. Nous aurions peut-être même ainsi l'intuition de lois encore ignorées, comme celle que peut fournir la courbe qui réunit un certain nombre de points représentatifs d'un phénomène.

» Je suppose que, à des intervalles de temps déterminés, on prenne la photographie d'un haricot ou d'un rosier, pendant une certaine période de la vie de la plante. Si l'on dispose les photographies ainsi obtenues sur le cylindre d'un phénakisticope, soit circulairement, soit suivant une hélice convenablement choisie, et qu'on fasse tourner le cylindre avec une vitesse suffisante, on *verra* la croissance de la plante s'opérer graduellement. En prenant les photographies à des intervalles de plus en plus rapprochés, on aura une *image*, de plus en plus précise, du mouvement de croissance, de sa rapidité, de la concomitance ou de l'alternance de l'accroissement de certaines parties, etc.

» Sans doute, en altérant dans une proportion déterminée l'une des variables indépendantes, le temps, on modifie la *forme* du mouvement, mais, par analogie avec les courbes et les surfaces de la Géométrie analytique, il est permis d'espérer qu'on n'en altère pas la nature et la loi. En tout cas, on connaît exactement le *quantum* de la déformation produite; il est donc possible d'en tenir compte dans les raisonnements et les déductions.

» On sait que, dans le phonographe, en donnant au cylindre une rotation plus ou moins rapide, on peut à volonté mettre la même phrase dans la bouche d'un soprano suraigu ou d'une basse profonde. Avec l'instrument dont j'ai indiqué le principe dans une Communication précédente et qu'on pourrait appeler le *photocinégraphe*, en changeant à volonté la durée de la rotation du cylindre du phénakisticope, il serait possible de donner à un

mouvement lent les apparences d'un mouvement rapide et inversement [1]. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Applications à la tachymétrie et à l'ophtalmologie d'un mode de production, jusqu'ici inexpliqué, de la couleur.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Sarrau.

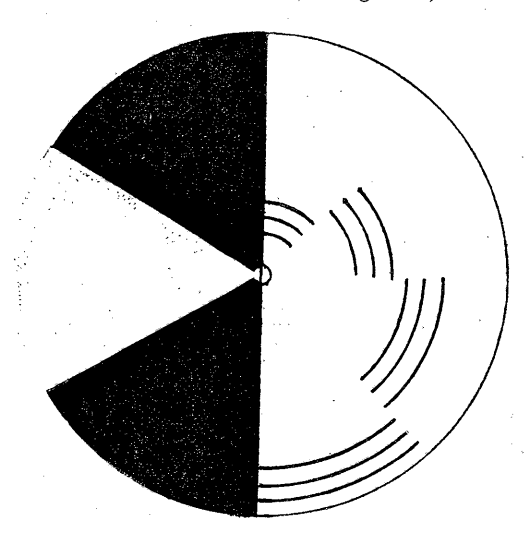
« M. Charles Benham a publié, en novembre 1894, un disque dont une moitié est noire et dont l'autre, blanche, présente quatre groupes de trois arcs de cercle concentriques de 45°, dont les rayons décroissent de la périphérie au centre du disque, pour un observateur qui les voit à sa gauche. Si l'on place au centre de ce disque un petit axe de rotation et si l'on fait tourner le toton dans le sens des aiguilles d'une montre (sens que j'appellerai *direct*, appelant *rétrograde* le sens inverse), les quatre groupes d'arcs concentriques présentent, pour une certaine vitesse très petite, l'aspect de cercles colorés de teintes intenses qui sont, pour la grande majorité des sujets, de la périphérie au centre : rouge, jaune, vert, bleu. Si l'on fait tourner le toton dans le sens rétrograde, la situation des couleurs se renverse et les teintes, toujours de la périphérie au centre, sont respectivement le bleu, le vert, le jaune, le rouge. Ces apparences, jusqu'ici inexpliquées, ne sont pas sensibles pour tous les yeux sans exception; elles subsistent à un éclairage monochromatique ou à travers des verres colorés; nous sommes donc en présence d'excitations rétiniennes particulières, indépendantes de la longueur d'onde, et dont il s'agit de restituer le mécanisme.

» Si l'on dispose deux disques, mi-blancs, mi-noirs, suivant un axe de symétrie passant par leurs centres, le blanc de l'un se trouvant du même côté de l'axe que le noir de l'autre, et réciproquement; si l'on trace sur chacun des demi-disques blancs des groupes d'arcs de cercle symétriques, on obtient un nouveau toton que j'appelle B,

---

(1) Une autre expérience, d'un caractère assez nouveau, pourrait être faite avec les photographies de la plante ou de l'animal, dont on aurait étudié la croissance. Si l'on tournait en sens inverse le cylindre de ce photocinégraphe, on verrait se produire en sens inverse les phénomènes de la croissance : on verrait les fleurs se fermer, redevenir boutons, puis bourgeons, puis disparaître; on verrait la tige se rapetisser et finir par rentrer sous terre. Bref, on pourrait, avec le *photocinégraphe,* se donner la satisfaction jusqu'ici inconnue de voir *rajeunir* les choses, ou du moins leur image.

l'autre, que j'appelle A, étant le toton de Charles Benham; si l'on fait tourner B dans le même sens que A, la situation des couleurs se renverse pour B, c'est-à-dire que B présente du bleu à la périphérie quand A donne du rouge et réciproquement. *Si* A *tourne dans le sens direct et* B *dans le sens rétrograde, ou si* A *tourne dans le sens*



rétrograde et B *dans le sens direct, la situation des couleurs est la même dans les deux disques.*

» Il nous faut faire ici la généralisation d'une expérience courante : quand l'œil plongé dans la nuit rencontre dans le champ visuel un objet lumineux, il se déplace dans la direction de l'objet afin d'en faire coïncider l'image avec la *fovea;* il se dirige en fait toujours du noir au noir relatif et de ce noir relatif au blanc; d'autre part, c'est à la périphérie du disque qui correspond au maximum d'amplitude des mouvements qu'un œil doué de muscles reposés portera de préférence sa *fovea.* Si nous appliquons ces lois au cas actuel, l'œil parcourra les arcs concentriques du toton (noir relatif pendant la rotation lente) dans un sens particulier que j'appellerai *sens normal du mouvement oculaire* et qui procède, à travers les arcs concentriques extérieurs, du demi-disque noir (noir absolu) au demi-disque blanc. Cette déduction permet de poser la loi précédente sous cette forme plus intéressante : *Quand les disques A et B tournent dans un sens contraire au sens normal du mouvement oculaire, on voit rouge à la périphérie, bleu au centre; quand les sens sont conformes, on voit bleu à la périphérie, rouge au centre.*

» Mais on sait que l'œil tend toujours à suivre les déplacements d'un corps dont le mouvement n'est pas trop rapide; il tendra donc à suivre la rotation du disque (c'est toujours à la périphérie du disque, où la vitesse linéaire est maximum, qu'un œil doué de muscles reposés et tendant à l'action portera de préférence sa *fovea*); mais, en même temps, dans le cas où le sens du mouvement oculaire et le sens de rotation du disque sont contraires, cet œil est sollicité dans une direction contraire. Si les deux forces sont égales, il restera fixe : l'image de l'arc concentrique le plus périphérique se peindra

sur la *fovea*. Au contraire, dans le cas où il y a concordance entre le sens du mouvement oculaire et le sens de rotation du disque, l'œil se déplacera; il décrira des cercles concentriques, de rayons décroissants jusqu'au centre de rotation; s'il fixe un point, il ne pourra fixer que le centre du disque où le déplacement est insensible; donc, dans ce cas, c'est l'arc le plus central qui excitera la *fovea* et c'est l'arc le plus périphérique qui excitera la périphérie rétinienne.

» Or, nous savons qu'en général la *fovea*, relativement aveugle pour le bleu, peu sensible pour le vert, est très sensible au rouge; au contraire, la périphérie rétinienne, relativement aveugle pour le vert et pour le rouge, n'est sensible qu'au bleu : donc, *dans le cas de contradiction entre le sens du mouvement oculaire et le sens de rotation du disque, quand la fovea fixe la périphérie des disques et qu'elle reçoit une excitation quelconque, l'impression consécutive pendant le passage du demi-disque noir ne peut être que rouge; de même, quand la périphérie de la rétine reçoit l'image du centre des disques, l'image consécutive ne peut être que bleue.* Dans le cas de conformité entre les sens du mouvement oculaire et du mouvement du disque, les apparences colorées s'expliquent évidemment de même. Les zones moyennes de la rétine, les plus sensibles au jaune et au vert, donneront une image consécutive verte ou jaune, chaque fois que les éléments sensibles au jaune et au vert auront été excités en majorité. On comprend très bien pourquoi une faible vitesse et le demi-disque noir sont indispensables.

» Comme la vitesse *optima*, pour l'apparition des teintes, est constante pour chaque sujet et indépendante dans une très large mesure de la grandeur de l'image rétinienne et de l'éclairage, je fonde sur la connaissance de cette vitesse un indicateur, construit par M. Ph. Pellin, que je place à la base d'un cône multiplicateur ou réducteur de la vitesse inconnue dans un rapport facile à connaître. Au point de vue physiologique, le toton, construit également par M. Ph. Pellin, en zinc, avec pivot très lourd frottant sur plaque de verre, permet de diagnostiquer les différences motrices des différents yeux et peut-être aussi les différences de sensibilité des *fovea*. Pour rendre plus commode la mesure de la vitesse, en vue des études physiologiques, j'échancre dans le demi-disque noir un secteur blanc de 60°: je compte ainsi très facilement, avec un chronomètre à pointage de Redier, le nombre de tours à la seconde (2 en moyenne environ) nécessaire à ces belles manifestations chromatiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Irradiation ondulatoire de l'impression lumineuse*. Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« En dehors de la forme radiée si particulière, suivant laquelle la réaction négative s'étend aux parties rétiniennes voisines du point excité, j'ai

à signaler aujourd'hui un nouveau phénomène non moins intéressant, qui nous montre un second mode de propagation de l'impression lumineuse tout à fait distinct du précédent, bien que *coexistant avec lui;* pour l'en distinguer, on peut l'appeler, en s'appuyant sur les faits suivants, propagation par *irradiation ondulatoire*.

» Les faits dont il s'agit sont d'une observation particulièrement délicate, car ils sont masqués par la diffusion lumineuse, ou par le phénomène complexe qu'on appelle trop vaguement *irradiation*. Malgré cela, ils sont des plus nets.

» Une image lumineuse suffisamment intense est ordinairement entourée d'une zone de lumière diffuse plus ou moins étendue. Plusieurs facteurs concourent à la produire : 1° l'imperfection de l'adaptation optique de l'œil ou de l'accommodation ; 2° l'aberration sphérique qui existe dans tout œil même bien adapté, et qui varie suivant la grandeur de la pupille; 3° la réflexion multiple sur les surfaces de contact des divers milieux réfringents et sur les parties non homogènes d'un même milieu (cristallin), ainsi que l'éclairement des petites particules flottant dans ces milieux (mouches volantes, etc.); 4° la transmission bien réelle de l'impression lumineuse aux parties environnantes de la rétine, entrevue par Plateau, mise en relief par Hering sous le nom d'*induction lumineuse*, et démontrée par mes expériences décisives (*Comptes rendus*, 26 avril 1886).

» Faire la part de ces différents facteurs n'est pas chose aisée. Par une adaptation optique rigoureuse, par l'emploi de diaphragmes, par le choix d'un éclairage convenable, on arrive à réduire à un minimum l'intervention des trois facteurs physiques. On peut alors assister, dans les conditions de nos expériences, à la genèse du quatrième mode de diffusion de la lumière sur la rétine.

» Mes observations ont été faites, comme les précédentes, sur des objets lumineux en mouvement; je ne puis qu'indiquer rapidement l'ensemble des résultats d'expériences très variées.

» Si l'on contemple, sur un long disque noir, un petit objet bien lumineux en rotation d'abord lente, la tache diffuse qui l'entoure se déplace avec lui, *mais elle change de forme :* de circulaire qu'elle était sensiblement, elle commence par devenir elliptique, et l'objet semble la traîner derrière lui; la vitesse augmentant, l'ellipse s'allonge et se déforme; sa queue devient indistincte, puis s'efface; sa tête présente plus de clarté et se change finalement en une double traînée lumineuse formant une sorte d'angle (à côtés un peu courbés) dont le sommet, dirigé dans le sens du

mouvement, est occupé par l'objet lumineux; celui-ci, avec les deux zones qu'il entraîne, ressemble à une tête de flèche. La flèche devient plus aiguë à mesure que le mouvement est plus rapide; ses deux branches, d'abord diffuses, se précisent de plus en plus nettement, leurs bords sont mieux limités; elles s'allongent et se rapprochent de la trace lumineuse circulaire laissée par le passage de l'objet; pour une vitesse assez grande, elles sont tellement allongées et rapprochées de la trace de l'objet, qu'elles semblent la border au-dessus et au-dessous d'un double ourlet presque parallèle, facile à prendre pour une image de diffusion; enfin, les deux traînées, se rapprochant et s'amincissant encore, finissent par rentrer dans l'objet et par se confondre avec lui.

» Ces différents aspects dépendent d'une condition capitale, presque unique, la vitesse de déplacement de l'objet *sur la rétine*. Cette vitesse est réglée par la distance de l'œil, par le rayon du cercle que décrit l'objet, par la vitesse de la rotation. Dans des conditions déterminées favorables à l'observation, l'aspect est celui d'une série de palmes distribuées régulièrement des deux côtés d'une branche plus ou moins courbée. En effet, chose curieuse, les traînées lumineuses divergentes *sont multiples*, on peut en voir en même temps 2, 3, jusqu'à 7 ou 8, plus ou moins suivant la vitesse.

» Il s'agit donc ici d'une diffusion rythmique de l'impression lumineuse. Par des artifices expérimentaux que je décrirai ailleurs, on peut déterminer la fréquence de ces émissions de traînées lumineuses. Il faut, pour cela, mesurer, d'une part, la vitesse de leur propagation, d'autre part, l'intervalle de deux traînées successives. Ce dernier s'observe directement; quant à la vitesse de propagation, elle se déduit de la connaissance de la vitesse de déplacement de l'objet sur la rétine et de la valeur de l'angle formé par les deux séries de traînées lumineuses.

» La fréquence moyenne des émissions, ainsi calculée, est *approximativement* de 34 par seconde. Chose remarquable, ce rythme n'est autre que celui des oscillations rétiniennes déjà connues.

» La vitesse de propagation est ici bien inférieure à celle de la bande noire radiée : elle est en moyenne de $1^{mm},7$ environ sur la rétine. Il en résulte une longueur d'onde de $0^{mm},05$ seulement.

» Autre différence capitale, la propagation n'est plus polarisée dans la direction de la tache jaune : elle est homogène et indépendante de la position du regard.

» L'ondulation semble toujours se propager perpendiculairement à la

direction du mouvement de l'objet. Mais c'est là une apparence due à la grande vitesse de cet objet par rapport à la propagation de l'impression; l'analyse de ce qui se passe à des vitesses faibles montre que la propagation se fait en réalité dans toutes les directions. Aussi retrouvera-t-on (quoique plus difficilement) le phénomène en observant des excitations lumineuses fixes de courte durée.

» Dernier caractère important : les traînées lumineuses en question, pour un éclairage assez intense, sont vues colorées dans l'ordre du spectre. Mais c'est là un point spécial dont la portée est assez grande pour le traiter à part.

» En somme, j'ai démontré sous une nouvelle forme la réalité d'une irradiation purement rétinienne de l'impression lumineuse; cette irradiation se fait de proche en proche tant que dure l'image persistante; elle a le caractère ondulatoire, et son rythme est celui que nous avons déjà reconnu aux oscillations propres de la rétine. »

PHYSIOLOGIE. — *Assimilation et activité*. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On admet universellement que les manifestations de la vie exigent la combinaison de deux ordres de phénomènes : l'assimilation et la désassimilation, ou, comme dit Claude Bernard, la création et la destruction organiques. Par ces expressions métaphoriques, l'illustre physiologiste entendait, d'une part, la production de nouvelle substance vivante aux dépens de matériaux inertes, d'autre part le retour au monde inerte de substance et d'énergie ayant appartenu au domaine de la matière vivante. L'activité fonctionnelle serait une simple forme de ces dépenses.

» M. Le Dantec (*Comptes rendus*, 16 décembre 1895) croit cette antithèse démentie par l'étude des êtres unicellulaires, qui montre le fonctionnement *concomitant* de l'assimilation, puisque l'organisme grandit et se multiplie quand il fonctionne. Il renverse la proposition de Claude Bernard en disant : « Les phénomènes d'assimilation, de création vitale, correspondent aux phénomènes fonctionnels de l'organisme ». A la destruction fonctionnelle il oppose l'*assimilation fonctionnelle*.

» De ce que deux phénomènes sont concomitants et même corrélatifs, il ne résulte pas que l'analyse doive s'interdire de les considérer comme distincts et de les opposer l'un à l'autre. L'assimilation, nous dit l'auteur,

est l'augmentation en quantité de tous les éléments du plastide. J'accepte cette définition et j'en précise les termes : augmentation ne veut pas dire juxtaposition de matériaux inertes, prenant la forme et les propriétés de l'élément vivant par simple action de contact. Pour s'annexer les produits assimilables, l'élément vivant doit se transformer avec eux, se les approprier tels qu'ils lui arrivent, les introduire dans le cycle de ses transformations chimiques. Les réactions chimiques complexes dont le protoplasma en voie d'assimilation est l'objet ont un double résultat : d'une part, la reconstitution des propriétés chimiques relativement définies de la vie élémentaire latente, la transsubstantiation complète des produits assimilables, la création d'une plus grande masse de matière vivante, en un mot, l'assimilation ; d'autre part, le rejet d'une certaine quantité de substance et d'énergie qui ont fait partie, transitoirement du moins, de la substance vivante. Cette dépense se traduit au dehors par le mouvement, l'excrétion, l'activité fonctionnelle en un mot. Il n'est pas prouvé que les produits antérieurement assimilés ne contribuent pas à cette dépense de substance et d'énergie aussi bien que les produits en voie d'assimilation. Mais il est certain que ces derniers eux-mêmes ont appartenu aux éléments constitutifs du plastide, à moins que l'on n'attribue à ceux-ci une simple action catalytique. Les substances qui, après avoir été associées à l'activité chimique du protoplasma, font retour au milieu cosmique, représentent les produits de la destruction organique, de la désassimilation.

» Claude Bernard a constaté l'opposition et l'irréductibilité de ces deux phénomènes. Il ne s'est point prononcé sur leur séparation dans le temps et dans l'espace. Il ne prétend nulle part qu'un plastide ou un plastidule soit détruit quand l'organisme fait la dépense d'un acte quelconque. Il dit seulement que l'organisation et la désorganisation sont deux ordres d'actes nécessaires et inséparables.

» M. Le Dantec circonscrit le problème, en montrant que la *recette assimilatrice* et la *dépense fonctionnelle* se combinent dans un temps limité à la durée de l'assimilation, dans un espace réduit à l'étendue de l'élément assimilateur. On peut considérer comme très probable que les deux phénomènes sont simultanés, que l'un est la contre-partie de l'autre. Mais, tant que l'analyse n'aura pas saisi les déplacements successifs de la substance et de l'énergie pendant que l'assimilation s'accomplit, la solution restera dans le domaine de la métaphysique. »

ZOOLOGIE. — *Sur une épidémie de pneumonie vermineuse du Lièvre, causée par le* Strongylus retortæformis, Zeder. Note de M. **E. Yung**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Pendant l'hiver 1894-95, une épidémie meurtrière a frappé les lièvres d'une chasse gardée, dans le domaine de Ripaille près de Thonon (Haute-Savoie), où, deux ans auparavant, des individus de cette espèce avaient été importés de la Bohême. Leurs cadavres furent ramassés, par centaines, à la surface du sol, dans le voisinage des habitations, dont les malades se rapprochaient avant de mourir. D'après les renseignements qui m'ont été obligeamment communiqués par M. Roeslin, régisseur du domaine, les lièvres atteints du mal paraissaient avoir de la peine à respirer et donnaient tous les signes de l'asphyxie.

» A l'autopsie, les cadavres, d'une extrême maigreur, avaient tous les organes normaux, à l'exception des poumons, porteurs des caractères pathologiques de la pneumonie vermineuse, et dont la trachée et les bronches étaient obstruées par des légions de petits Nématodes du genre *Strongylus*, dont voici la diagnose :

» Longueur du mâle, 5^{mm} à 7^{mm}. Longueur de la femelle, 8^{mm} à 10^{mm}. Corps capillaire, gris ou jaunâtre. Extrémité antérieure effilée, bouche très petite, souvent imperceptible, dépourvue de papilles et de toute armature. Orifice de la vulve situé à 2^{mm} au devant de l'anus; utérus épais, fortement musclé et souvent évaginé, entraînant au dehors l'extrémité des deux oviductes. Extrémité postérieure du mâle en forme de cloche globuleuse, formée de deux replis lamelleux soutenus par six côtes latérales paires et une côte postérieure impaire, précédée de deux spicules cornés bruns et tordus. Extrémité postérieure de la femelle conique et pointue. Cuticule striée transversalement.

» La pneumonie vermineuse du lièvre est unanimement attribuée par les auteurs au *Str. commutatus*, le seul Strongle cité par Linstow dans son *Compendium*, comme pouvant se trouver dans les bronches de *Lepus timidus*. Cette espèce diffère, par sa longueur et plusieurs autres caractères, de celle que je signale dans cette Note.

» D'autre part, plusieurs helminthologistes, Zeder, Rudolphi, Diesing, Dujardin et, plus récemment, M. Railliet, rapportent au *Strongylus retortæformis* de Zeder, un petit ver qui habite l'intestin grêle du lièvre et du

lapin de garenne, dont il peut causer la mort par anémie pernicieuse. L'identité de cette espèce avec la mienne me paraît indubitable, mais c'est la première fois, me semble-t-il, qu'elle est mentionnée dans les bronches. J'ajouterai que l'examen attentif de l'intestin de trois des lièvres morts à Ripaille ne m'y a révélé l'existence d'aucun nématode; l'hypothèse d'une invasion des voies respiratoires par des vers préexistants dans le canal digestif me paraît donc, dans le cas présent, devoir être écartée. J'estime approximativement à 30000 le nombre des individus de *Strongylus retortæformis* recueillis par moi dans un seul poumon des lièvres autopsiés. Cette abondance d'individus m'a permis de reprendre l'étude anatomique de cette espèce, négligée jusqu'ici à cause de son extrême petitesse; elle fera l'objet d'une publication ultérieure.

» Durant le cours du présent hiver, j'ai retrouvé le *Str. retortæformis* dans les poumons d'un lièvre tué d'un coup de feu à Ripaille; il s'y trouvait en petit nombre d'individus (quelques douzaines) et ne paraît pas causer de dommages. L'habitabilité des bronches par le *Str. retortæformis* est donc bien établie; ce parasite ne devra plus être considéré comme exclusivement intestinal. »

ZOOLOGIE. — *L'appareil lacunaire et les absorbants intestinaux chez les Étoiles de mer.* Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On sait que chez les Échinodermes (Échinides, Crinoïdes, Holothurides), il existe un système de lacunes qui joue un rôle important dans l'absorption intestinale et la nutrition des organes. Les lacunes absorbantes qui partent de la région digestive de l'intestin se réunissent d'une manière très variable pour se jeter généralement dans un anneau lacunaire péribuccal; de cet anneau ou des troncs absorbants eux-mêmes partent d'autres lacunes, qui vont porter le liquide nourricier aux organes génitaux, aux rubans nerveux; aux ambulacres, à des glandes, etc. Il n'y a pas d'organe d'impulsion annexé à cet appareil; le contenu des lacunes, très riche en albuminoïdes, se déplace lentement sous le double effet de la poussée intestinale et de la dépense faite aux extrémités.

» Chez les Ophiures et les Astéries, bien qu'il y ait, comme dans les ordres précédents, un anneau oral, des lacunes ambulacraires et génitales,

on n'a pu réussir pendant longtemps à trouver les absorbants intestinaux, et l'on a pu croire à leur absence. Récemment, Russo ([1]), confirmant une observation oubliée d'Hamann, les a décrits chez les Ophiures : cinq lacunes efférentes sortent de la paroi stomacale et se jettent dans l'anneau lacunaire aboral (*Ophiothrix, Ophioglypha*). Il devenait tout à fait probable que les Astéries devaient avoir aussi des absorbants intestinaux : j'ai réussi à les découvrir chez *Asterias rubens* L. et *Asterina gibbosa* Penn., étudiés par la méthode des coupes en série.

» Les cœcums radiaux, poches très plissées où se fait l'absorption intestinale, portent chacun deux grosses lacunes efférentes, courant sur toute leur longueur, en dedans des mésentères qui attachent les cœcums à la paroi dorsale des bras. Lorsque les cœcums se jettent dans le sac stomacal, les deux paires de lacunes du même bras se réunissent en formant un court réseau irrégulier; les cinq réseaux sont reliés par une grosse lacune, qui dessine un pentagone en faisant le tour du sac stomacal; les sommets correspondent aux points où se jettent les cinq réseaux radiaux.

» Reste à voir comment ce système absorbant entre en relation avec les lacunes de distribution. On sait que la glande ovoïde, vers son extrémité aborale, émet deux prolongements d'aspect glandulaire, qui s'étalent dans le cœlome et se portent vers le sac stomacal. Depuis Tiedemann, ces prolongements ont été signalés par tous les auteurs, et la plupart d'entre eux (Tiedemann, Greeff, Hoffmann, Ludwig, Hamann, Chadwick, Russo) les ont considérés comme des vaisseaux ou lacunes venant du tube digestif. Cette manière de voir est tout à fait exacte.

» En effet, dans l'interradius madréporique, les deux prolongements cœlomiques se continuent directement avec le pentagone stomacal; le liquide nourricier parvient ainsi dans la glande ovoïde, filtre entre ses cellules et passe, d'une part dans l'anneau lacunaire aboral qui aboutit aux organes génitaux, d'autre part dans l'anneau lacunaire oral qui donne des branches radiales et ambulacraires.

» Les lacunes longitudinales des cœcums et le pentagone stomacal sont de larges canaux, à paroi mince, qui sur les coupes renferment un coagulum albumineux et des globules sanguins. Les prolongements cœlomiques de la glande ovoïde, au contraire, ont la même structure que cette dernière;

([1]) Russo, *Sulla connessione dello stomaco ed il circolo delle lacune sanguigne aborali nelle Ophiothrichidæ* (*Zool. Anzeiger*, XVI, p. 76; février 1893).

ils sont cloisonnés par un réseau conjonctif dont les mailles sont bourrées de nombreuses cellules.

» Il est probable que les cœcums radiaux, comme l'intestin digestif des Oursins et des Holothuries, sont recouverts de fines lacunes qui se jettent dans les gros troncs longitudinaux; les injections les mettront sans doute en évidence, mais je n'ai pu en faire sur mes échantillons conservés ([1]). »

M. V. **Ducla** adresse une Note ayant pour objet de démontrer que le produit du volume moléculaire de la plupart des corps simples solides, par leur coefficient de dilatation cubique et par leur température absolue de fusion, est égal à l'unité.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 20 janvier 1896.)

Note de M. *Swyngedauw,* Différence d'action de la lumière ultra-violette sur les potentiels explosifs statique et dynamique :

Page 132, ligne 5, *au lieu de* 50, *lisez* 58.

(Séance du 10 février 1896.)

Note de M. *R. Dongier,* Méthode de mesure de la biréfringence en lumière monochromatique :

Page 308, ligne 31, *au lieu de* 9,1108 *lisez* $9,1108 \times 10^{-3}$.
Page 309, ligne 13, *au lieu de* sens, *lisez* cas.

([1]) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques imaginaires.* Note de M. **Émile Picard**.

« J'ai fait autrefois une étude assez approfondie des équations linéaires du second ordre

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2d\frac{\partial u}{\partial x} + 2e\frac{\partial u}{\partial y} + fu = 0, \tag{1}$$

où d, e et f sont des fonctions de x et y en traitant spécialement de la détermination des intégrales par leurs valeurs sur un contour fermé. Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Le Roy reprend les mêmes problèmes en se proposant de suivre une méthode susceptible d'extension au cas où il y aurait *trois* variables indépendantes au lieu de *deux;* l'intéressante Note de ce jeune géomètre me donne l'occasion de faire quelques remarques sur ce sujet.

» Une intégrale de l'équation (1), supposée continue à l'intérieur d'un contour, est déterminée par ses valeurs sur ce contour, si celui-ci entoure une aire suffisamment petite. La méthode que j'ai donnée s'applique en réalité à trois comme à deux dimensions; il est vrai que, dans une partie du raisonnement, je me suis servi d'une représentation conforme, mais j'évitais seulement ainsi une discussion minutieuse, et l'on peut procéder directement comme l'a fait M. Zaremba dans une Communication récente à la Société mathématique. Le problème ne présente donc, avec la méthode d'approximations successives dont je me sers, aucune difficulté quand il s'agit d'un contour (simple ou non) enveloppant une aire *suffisamment petite*.

» Considérons maintenant le cas particulièrement intéressant, où le point (x, y) reste dans une région du plan où l'on a partout

$$f < 0.$$

» Une intégrale continue est alors toujours déterminée par ses valeurs le long de tout contour fermé. Pour faire la recherche d'une telle intégrale, j'ai montré (*Journal de l'École Polytechnique*, 1890) que le procédé *alterné* employé par M. Schwarz pour l'équation de Laplace était encore applicable à l'équation (1), et c'est ainsi que l'on peut passer d'un contour assez petit à un contour quelconque. M. Le Roy a très justement pensé que l'extension à l'espace de cette partie de la solution présenterait bien des difficultés; il faudrait, en effet, faire auparavant une étude du procédé alterné pour l'espace, étude qui paraît n'avoir jamais été faite. Aussi M. Le Roy propose-t-il une nouvelle méthode très ingénieuse, et il s'inspire aussi dans ces recherches de la méthode dite *du balayage*, employée par M. Poincaré pour l'équation de Laplace.

» Je voudrais montrer que, sans aucun principe nouveau, on peut lever la difficulté qui s'oppose au passage de deux à trois variables. Il suffit de se servir, au lieu du procédé alterné, d'une autre méthode de même nature employée par M. Schwarz pour démontrer les théorèmes fondamentaux de la théorie des fonctions sur une surface de Riemann fermée. Je commence par énoncer un lemme préliminaire.

» Considérons toujours l'équation (1) dans une région où $f < 0$, et soit un contour C (simple ou non) limitant une certaine aire. Désignons par v une intégrale continue prenant sur C des valeurs comprises entre $-$ M et $+$ M; si A désigne un point de l'intérieur de l'aire, *on peut fixer un nombre*

q, *compris entre* zéro *et* un, *et ne dépendant pas de* M, *tel que l'on ait*

$$|v_A| < Mq.$$

» Ce lemme suppose essentiellement que f est négatif dans l'aire considérée ; il ne serait pas vrai pour l'équation de Laplace.

» Ceci posé, soit un contour Γ pour lequel nous sachions résoudre le problème; je veux montrer qu'on pourra le résoudre pour un contour C enveloppant Γ, si C est suffisamment rapproché de Γ ; donnons-nous donc des valeurs sur C. Nous tracerons d'abord à l'intérieur de Γ une courbe fermée γ qui en soit très rapprochée; nous pouvons alors supposer que l'on sait résoudre le problème proposé pour l'aire suffisamment petite comprise entre γ et C. Fixons alors sur Γ une succession de valeurs arbitraires; nous formerons une fonction u_1 continue dans Γ et prenant ces valeurs sur Γ. Cette fonction prendra certaines valeurs sur γ. On formera une fonction v_1, continue entre γ et C, prenant les mêmes valeurs que u_1 sur γ et prenant sur C les valeurs données. Considérons ensuite la fonction u_2 prenant sur Γ les mêmes valeurs que v_1 et continue dans Γ, et continuons ainsi indéfiniment. Nous obtenons deux suites de fonctions :

$$u_1, \quad u_2, \quad \ldots, \quad u_n, \quad \ldots,$$
$$v_1, \quad v_2, \quad \ldots, \quad v_n, \quad \ldots,$$

et l'on a

$$u_n = v_{n-1} \qquad (\text{sur } \Gamma),$$
$$u_n = v_n \qquad (\text{sur } \gamma);$$

tous les u sont continus dans Γ, les v sont continus entre γ et C et prennent tous sur cette dernière courbe les valeurs données.

» Le lemme énoncé plus haut permet aisément d'établir que u_n et v_n ont des limites u et v; on a

$$u = v$$

dans l'intervalle compris entre Γ et γ, et, à l'aide de ces deux fonctions, le problème est résolu. Pour établir l'existence de la limite, désignons par q le plus grand nombre (inférieur à un) correspondant au lemme, d'une part, pour tous les points de γ considérée comme courbe intérieure à l'aire limitée par Γ, et, d'autre part, pour tous les points de Γ considérée comme courbe intérieure à l'aire limitée par γ et C. On démontre alors très faci-

lement qu'on a l'inégalité

$$\text{maximum de } |u_n - u_{n-1}| < q^2. \text{ maximum de } |u_{n-1} - u_{n-2}| \qquad (\text{sur } \Gamma),$$

et l'existence des limites en résulte immédiatement.

» On voit donc que de Γ on peut passer à une courbe plus grande C, et ainsi de suite, de proche en proche. Le problème est donc résolu pour une aire quelconque, et ce mode de démonstration peut s'étendre à l'espace à trois dimensions.

» Le procédé, dont nous venons de nous servir, est d'une application plus facile, dans le cas traité, que dans le cas de l'équation de Laplace, pour laquelle le lemme ne subsiste pas dans toute sa généralité. Appliqué avec précautions, il peut être très utile dans beaucoup de cas; c'est ainsi que je m'en suis servi (*Journal de Mathématiques*, 1893) pour la détermination des intégrales de l'équation non linéaire

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = ke^u \qquad (k > 0),$$

déterminées par certaines singularités, mais des difficultés réelles se présentaient pour cette équation, qui ne se rencontrent pas dans l'équation que nous venons d'étudier. Ici encore, les considérations développées pour deux variables s'étendent facilement au cas de trois, et nous pouvons ainsi obtenir l'intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = ke^u,$$

prenant des valeurs données sur une surface fermée. »

PHYSIQUE. — *Sur les radiations émises par phosphorescence.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans une précédente séance, M. Ch. Henry a annoncé que le sulfure de zinc phosphorescent interposé sur le trajet de rayons émanés d'un tube de Crookes augmentait l'intensité des radiations traversant l'aluminium.

» D'autre part, M. Niewenglowski a reconnu que le sulfure de calcium phosphorescent du commerce émet des radiations qui traversent les corps opaques.

» Ce fait s'étend à divers corps phosphorescents et, en particulier, aux sels d'urane dont la phosphorescence a une très courte durée.

» Avec le sulfate double d'uranium et de potassium, dont je possède des cristaux formant une croûte mince et transparente, j'ai pu faire l'expérience suivante :

» On enveloppe une plaque photographique Lumière, au gélatino-bromure, avec deux feuilles de papier noir très épais, tel que la plaque ne se voile pas par une exposition au Soleil, durant une journée.

» On pose sur la feuille de papier, à l'extérieur, une plaque de la substance phosphorescente, et l'on expose le tout au Soleil, pendant plusieurs heures. Lorsqu'on développe ensuite la plaque photographique, on reconnaît que la silhouette de la substance phosphorescente apparaît en noir sur le cliché. Si l'on interpose entre la substance phosphorescente et le papier une pièce de monnaie, ou un écran métallique percé d'un dessin à jour, on voit l'image de ces objets apparaître sur le cliché.

» On peut répéter les mêmes expériences en interposant entre la substance phosphorescente et le papier une mince lame de verre, ce qui exclut la possibilité d'une action chimique due à des vapeurs qui pourraient émaner de la substance échauffée par les rayons solaires.

» On doit donc conclure de ces expériences que la substance phosphorescente en question émet des radiations qui traversent le papier opaque à la lumière et réduisent les sels d'argent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le carbure de manganèse.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans les recherches calorimétriques que MM. Troost et Hautefeuille ont entreprises sur les carbures de fer et de manganèse, ces savants ont fait mention d'un carbure Mn^3C qui se préparait au four à vent et qui, par refroidissement lent, fournissait de véritables solides de clivage (¹).

» Nous avons obtenu le même composé au four électrique et nous avons étudié sa décomposition en présence de l'eau.

» *Préparation.* — Pour avoir ce carbure, on chauffe un mélange de charbon de sucre et d'oxyde salin Mn^3O^4 pur, dans les proportions suivantes : oxyde de manganèse 200, charbon de sucre 50.

(¹) Troost et Hautefeuille, *Sur les fontes manganésifères* (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 909.

» Il est utile d'opérer la réduction dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités à cause de la grande volatilité du manganèse à la température du four électrique. Avec un courant de 350 ampères et de 50 volts, la chauffe dure cinq minutes; avec 900 ampères et 50 volts la réduction est presque instantanée.

» *Propriétés.* — Ce carbure, abandonné à l'air pendant plusieurs jours, se délite avec rapidité, ainsi que MM. Troost et Hautefeuille l'ont démontré.

» Sa densité est de 6,89 à + 17°. Le fluor l'attaque à froid, avec une belle incandescence et en produisant un fluorure de coloration violacée, dont nous poursuivons l'étude. Le chlore le décompose à une température peu élevée et, aussitôt que l'incandescence est commencée, elle se continue d'elle-même.

» Légèrement chauffé, il brûle dans l'oxygène ainsi que dans le protoxyde et dans le bioxyde d'azote.

» Le gaz ammoniac réagit sur le carbure de manganèse au rouge sombre avec mise en liberté d'hydrogène et formation d'un azoture métallique.

» Les acides étendus attaquent facilement le carbure de manganèse et l'acide chlorhydrique en particulier fournit alors des carbures d'hydrogène liquides, réaction analogue à celle étudiée anciennement par Cloëz avec la fonte de fer.

» L'acide chlorhydrique gazeux donne au-dessous du rouge du chlorure de manganèse et un dégagement d'hydrogène entraînant une petite quantité de gaz carburés.

» L'action de l'eau sur le carbure de manganèse nous intéressait tout particulièrement. Lorsque l'on met ce carbure sur la cuve à mercure, en présence d'un excès d'eau, il y a décomposition de cette dernière, formation d'un oxyde hydraté blanc et production d'un gaz brûlant avec une flamme peu éclairante.

» L'analyse de ce corps gazeux nous a démontré qu'il ne renfermait ni acétylène, ni éthylène et qu'il consistait en un mélange de méthane et d'hydrogène. En employant des carbures plus ou moins riches en carbone, et préparés à des températures plus ou moins élevées, la combustion eudiométrique nous a fourni les chiffres suivants :

	1.	2.	3.
Méthane	51,00	51,32	50,60
Hydrogène	49,00	48,68	49,40

» Lorsque ce carbure renferme un excès de manganèse métallique, ce

dernier corps décompose l'eau et l'on obtient une plus grande quantité d'hydrogène. Un semblable échantillon ([1]) nous a donné, en effet, les chiffres suivants :

Méthane	43,57
Hydrogène	56,43

» Le carbure, bien saturé de carbone, donne toujours à peu près le même rapport de méthane et d'hydrogène. De plus, on ne rencontre pas de carbures liquides ou solides dans l'eau qui a servi à cette décomposition.

» En pesant le carbure mis en expérience, et en mesurant les gaz dégagés, il nous a été possible d'établir la formule de la réaction qui est la suivante ([2]) :

$$CMn^3 + 6H^2O = 3Mn(OH)^2 + CH^4 + H^2.$$

» *Analyse.* — Le dosage du carbone, en tenant compte du graphite que renfermait le composé et le dosage du manganèse nous ont fourni les chiffres suivants pour Mn = 55 :

	1.	2.	Théorie Mn^3C.
Manganèse	93,5	93,22	93,23
Carbone	6,5	6,78	6,77

» *Conclusions.* — Le carbure CMn^3 découvert par MM. Troost et Hautefeuille peut se produire entre 1500° et 3000°. Lorsqu'il est pur, il décompose l'eau à la température ordinaire en donnant un mélange à parties égales de méthane et d'hydrogène. Cette réaction se produit suivant une formule simple.

([1]) Ce carbure de manganèse avait été préparé au four à vent.

([2]) Nous avons décomposé par l'eau $0^{gr},585$ de carbure de manganèse à 2,3 de graphite, ce qui donne seulement 0,5726 de carbure Mn^3C. Nous avons recueilli à la pression de 761^{mm} et à la température de +12° un volume de 136^{cc}. Ce gaz renfermait 51 pour 100 de méthane, soit $69^{cc},3$. Ramené à 0° et à 760° ce volume devient $66^{cc},17$; il contient 0,0354 de carbone. D'après la formule ci-dessus, on aurait dû obtenir $72^{cc},4$ de méthane, c'est-à-dire 0,0388 de carbone, chiffre voisin de celui que nous avons trouvé. Cette expérience vérifie donc notre équation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des borures de nickel et de cobalt.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Les borures de nickel BoNi et de cobalt BoCo peuvent s'obtenir purs et cristallisés par les procédés qui nous ont servi déjà à préparer le borure de fer. Cette préparation se fait par union directe du bore et du métal. On peut la réaliser soit au four électrique, soit au four à réverbère ordinaire, chauffé au moyen de charbon de cornue.

» *Préparation au four électrique.* — On place dans un creuset de charbon brasqué avec un peu de bore, des fragments de nickel et de cobalt mélangés de $\frac{1}{10}$ de leur poids de bore en poudre. On chauffe cinq minutes avec un courant de 300 ampères et 50 volts.

» *Préparation au four à réverbère.* — Une nacelle de porcelaine est brasquée avec 10^{gr} à 12^{gr} de bore en poudre. On dispose au-dessus du bore 100^{gr} de métal, et l'on chauffe dans un tube de porcelaine traversé par un courant très lent d'hydrogène pur et sec.

» Quel que soit le mode de chauffage employé, on obtient un culot métallique cassant, formé de borure cristallin, en présence d'un excès de métal. Lorsque l'on a opéré au four électrique, la cristallisation est plus confuse.

» Les culots métalliques sont concassés et attaqués par l'acide azotique étendu de son volume d'eau. Pour le cobalt, on peut même prendre l'acide concentré du commerce. Lorsque l'attaque est terminée, il reste un borure cristallisé, le plus souvent en prismes, ayant le même aspect que le composé correspondant du fer. Le borure est ensuite lavé à l'eau distillée, puis à l'alcool et à l'éther. Il est enfin séché rapidement à l'étuve, car ces composés sont très altérables par l'air humide.

» *Propriétés physiques.* — Les borures de cobalt et de nickel se présentent en prismes brillants de plusieurs millimètres de longueur. La densité du borure de cobalt à $+18^{\circ}$ est de 7,25. Celle du borure de nickel 7,39. Ces deux composés rayent le quartz avec difficultés; ils sont magnétiques.

» *Propriétés chimiques.* — Le chlore attaque ces deux borures au-dessus du rouge sombre avec incandescence; il se dégage du chlorure de bore et il se forme un sublimé de couleur jaune pour le nickel et bleue pour le

cobalt. Avec le brome, l'attaque a lieu au rouge naissant, mais elle est peu énergique. Le bromure de bore distille, et il reste un résidu vert dans le cas du cobalt et jaune pour le nickel. Les borures de nickel et de cobalt, préparés au four électrique, sont à peine attaqués par l'iode au point de ramollissement du verre. Au contraire, les mêmes composés, préparés au four à réverbère, sont nettement attaqués dans des conditions identiques.

» A la température ordinaire, ces borures sont indécomposables par l'oxygène ou par l'air sec, mais ils s'altèrent rapidement au contact de l'air humide et surtout en présence de l'acide carbonique. Au-dessus du rouge sombre, ces borures brûlent avec éclat dans l'oxygène pur. Ils sont attaqués par la vapeur de soufre vers 700° avec incandescence.

» A son point de fusion, le chlorate de potassium est sans action, mais, si l'on élève la température, il attaque ces borures avec un grand dégagement de chaleur. Il en est de même pour l'azotate de potassium en fusion, qui réagit cependant moins violemment et sans incandescence. Un mélange d'azotate et de carbonate de sodium produit une transformation complète, en oxyde noir et borate alcalin. Les carbonates alcalins et les alcalis en fusion dissolvent les borures sans incandescence.

» Sous l'action d'un courant de vapeur d'eau au rouge sombre, les borures de nickel et de cobalt sont décomposés, produisent un oxyde, et l'acide borique est entraîné par l'excès de vapeur d'eau.

» L'acide chlorhydrique, surtout dilué, a peu d'action sur ces borures. L'acide nitrique, au contraire, les attaque vivement et l'action d'un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique est très violente. L'acide sulfurique étendu ne produit pas d'attaque, tandis que l'acide concentré à chaud dégage de l'acide sulfureux.

» *Analyse.* — 1° Le borure a été attaqué dans l'appareil à dosage du bore par l'acide nitrique étendu. L'acide borique entraîné par l'alcool méthylique a été pesé sous forme de borate de chaux en suivant les précautions que nous avons indiquées précédemment.

» Le nickel ou le cobalt entrés en solution nitrique ont été précipités par la potasse sous forme d'oxyde, et pesés ensuite à l'état métallique après réduction par l'hydrogène.

2° Le borure a été attaqué par un mélange de nitrate et de carbonate de potassium. On reprend par l'eau; le cobalt ou le nickel reste insoluble sous forme d'oxyde et l'on pèse le métal. Le borate de potassium est introduit dans l'appareil à dosage du bore additionné d'acide azotique et l'analyse est continuée ainsi que nous l'avons indiqué plus haut.

» Nous avons obtenu dans ces conditions les chiffres suivants en partant des poids atomiques Ni = 58,6 et Co = 58,7 :

	1.	2.	3.	Théorie pour BoNi.
Nickel.......	85,45	85,11	84,12	84,19
Bore........	14,51	14,88	14,43	15,81

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour BoCo.
Cobalt.......	83,68	84,06	83,85	85,37	84,22
Bore........	15,89	16,04			15,78

» *Conclusions.* — Les borures de nickel BoNi et de cobalt BoCo s'obtiennent donc facilement cristallisés à partir de 1200°. Ces nouveaux composés ont des propriétés analogues à celles du borure de fer que nous avons décrit précédemment. Ces borures permettront de faire passer le bore dans un métal tel que le fer, puisque, à haute température, ainsi que nous l'avons démontré (1), le bore et le silicium déplacent le carbone d'une fonte en fusion. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'arsenic;* par M. **Armand Gautier.**

« Le dernier numéro des *Comptes rendus* contient, p. 390, une Note de MM. Engel et Bernard, *Sur un procédé rapide de dosage de l'arsenic*, dans laquelle, tout en reconnaissant que la méthode que j'ai publiée en 1875 (*Bulletin de la Société chimique*, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VIII, p. 384), pour effectuer ce même dosage conduit à des résultats exacts, ces auteurs pensent que leur mode d'opérer est préférable, tout au moins à cause de sa rapidité.

» En admettant que l'intéressant procédé de MM. Engel et Bernard ait cette supériorité, ce que je ne pense pas, je ferai remarquer surtout (et c'est là le but principal de cette Note) que seule la méthode que je rappelle permet, par la pesée de l'anneau d'arsenic obtenu dans les conditions que j'ai indiquées, de déterminer exactement des quantités tout à fait minimes de ce métalloïde ; des doses, par exemple, inférieures à 1 milligramme.

(1) H. Moissan, *Déplacement du carbone par le bore et le silicium dans la fonte en fusion* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1172).

» Comme preuve, je citerai seulement quelques-uns des nombres que j'ai obtenus :

Quantités d'arsenic versées dans l'appareil de Marsh.	Poids de l'anneau d'arsenic obtenu.
gr	gr
0,0038	0,0037
0,0038	0,0037
0,0019	0,0018
0,00188	0,0018

Les nombres sont presque aussi concordants lorsqu'il s'agit d'extraire et de doser les faibles proportions d'arsenic unies aux matières animales.

» De telles quantités eussent à peine été dosables, pensons-nous, par la méthode des auteurs précités.

» Or, la détermination exacte des plus faibles proportions de ce métalloïde est le but indispensable à atteindre dans l'industrie lorsqu'il s'agit d'apprécier, par exemple, un procédé métallurgique ou la valeur d'un métal dans lequel les moindres traces d'arsenic modifient souvent toutes les propriétés physiques : couleur, dureté, ténacité, etc. Seule, la volatilisation de l'arsenic et de l'antimoine à l'état gazeux permet de reconnaître et de séparer exactement *les plus petites quantités de ces corps* dans les minerais, les métaux, les alliages où ils peuvent n'exister qu'en très faible proportion.

» C'est cette méthode qui a été employée par M. Van' tHoff dans ses recherches sur les exceptions apparentes à la loi de Raoult, quand il s'est agi d'étudier les mélanges d'antimoine et d'étain.

» Je dois observer encore que la méthode que j'ai publiée possède l'avantage de permettre, après avoir séparé des autres métaux l'arsenic et l'antimoine, de les doser chacun successivement après la pesée de l'anneau total.

» Je remarquerai enfin que, seule, cette méthode permet de doser aussi bien l'arsenic dans ses combinaisons minérales ou organiques, que lorsqu'il existe à l'état latent et à dose minime dans les viscères des animaux qui l'ont absorbé durant la vie. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur une substance colloïde myélinoïde, élaborée par les lymphatiques à l'état normal;* par M. L. **Ranvier**.

« Le professeur von Recklinghausen s'est beaucoup occupé des substances colloïdes que l'on observe dans certains états pathologiques, et il a pensé qu'il y avait lieu de distinguer quelques-unes d'entre elles sous le nom d'*hyaline* ([1]).

» Une sorte d'hyaline est élaborée par les cellules endothéliales des lymphatiques à l'état normal. C'est là un fait dont l'observation est très facile. Tous pourront la répéter et, en même temps, se convaincre que l'éléidine n'est pas du tout de l'hyaline. J'estime qu'il est temps de mettre fin à cette erreur qui, sous l'influence de l'autorité dont jouit le professeur Waldeyer, tend à s'établir dans la Science.

» L'artère auriculaire médiane du lapin est accompagnée de plusieurs lymphatiques qui en suivent la direction. Des coupes perpendiculaires à cette direction montreront donc les sections transversales de l'artère et des lymphatiques qui l'avoisinent. Ces coupes se font aisément sur un petit segment du pavillon auriculaire durci simplement par l'alcool. Colorées par le picrocarminate en solution faible et montées dans la glycérine, elles fournissent de fort belles préparations dans lesquelles on voit, en même temps que l'artère et les lymphatiques, des veines, des faisceaux nerveux, le cartilage élastique du pavillon de l'oreille, son périchondre, le tissu conjonctif qui le sépare des téguments auriculaires, l'externe et l'interne, et enfin l'épiderme avec ses annexes, c'est-à-dire les poils et les glandes sébacées. Aujourd'hui, je ne veux retenir des observations qu'on y peut faire que celles qui sont relatives aux lymphatiques et à l'épiderme.

» De l'endothélium des lymphatiques se dégagent des boules d'une substance qui se gonfle à la manière de la myéline. Ces boules, quand elles sont petites, paraissent homogènes; mais, lorsqu'elles ont acquis un certain diamètre, elles montrent un centre clair et une enveloppe plus réfringente, comme si elles étaient limitées par une membrane. Devenues plus volumineuses encore, elles se rencontrent, s'accolent, se fusionnent et leur ensemble figure un réseau à travées fibrillaires. Enfin, à certaines

---

([1]) In *Deutsche Chirurgie*, livr. II et III, p. 404.

boules pleines s'en ajoutent d'autres également pleines, et il en résulte parfois une arborisation moniliforme qui rappelle le mycélium des champignons. Les lymphatiques peuvent être entièrement remplis de ces singulières productions.

» Dans les préparations faites à l'aide du picrocarminate faible, les boules de ce colloïde myélinoïde ne sont pas colorées, ou présentent une légère teinte jaunâtre, tandis que l'éléidine de l'épiderme, des follicules pileux et du col des glandes sébacées est colorée en rouge carminé très vif.

» Si on traite la préparation par une solution forte de picrocarminate, à 1 pour 100, par exemple, la substance colloïde se colore, mais plus faiblement que l'éléidine. Si alors, après avoir lavé la coupe, on la traite par la glycérine additionnée d'acide formique, l'éléidine disparaît, tandis que la matière colloïde persiste et conserve sa coloration. Ce sont donc des substances bien différentes. Du reste, Waldeyer, qui a cru devoir enlever à l'éléidine le nom que je lui avais donné pour lui substituer celui de *kératohyaline*, a méconnu ces différentes réactions. Maintenant que l'on a le moyen d'avoir, sans aucune difficulté, les deux substances dans la même préparation, il est facile de s'assurer que l'on a eu bien tort de les confondre.

» L'endothélium vasculaire sanguin élabore aussi, à l'état normal, du colloïde myélinoïde; mais il en produit beaucoup moins que les lymphatiques. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le travail musculaire n'emprunte rien de l'énergie qu'il dépense aux matières albuminoïdes des humeurs et des éléments anatomiques de l'organisme;* par M. A. **Chauveau**.

« Il n'y a pas un seul des principes de la méthode appliquée dans mes récentes études, sur l'équivalence du travail mécanique et de la dépense énergétique entraînée par le soulèvement même des charges, qui ne soit suffisamment établi par des faits déjà connus, sinon universellement acceptés. Je me suis borné à rappeler ces principes dans de brèves affirmations; mais je reconnais qu'elles ne sauraient se substituer à la production de nouveaux faits, éléments de preuves nouvelles, devenues opportunes, sinon nécessaires, en présence de la persistance de certaines vues divergentes sur la signification des faits antérieurs. Mon intention était de donner ces nouvelles preuves en exposant l'ensemble des recherches

que je poursuis sur les transformations énergétiques de l'organisme, depuis plusieurs années, avec mes assistants actuels ou mes anciens élèves. Mais, d'après la nature des éclaircissements qui me sont demandés par plusieurs de mes Confrères, sur mes dernières recherches, j'estime qu'il vaut mieux retirer de cette étude d'ensemble ce qui se rapporte au sujet actuel et répondre tout de suite aux desiderata créés par mon laconisme.

» Pour qu'aucune objection ne puisse être opposée aux conclusions que j'ai tirées de mes expériences comparatives sur le travail positif et le travail négatif correspondant, chez le sujet en état d'abstinence, il faut justifier les quatre assertions suivantes :

» 1° *Toute l'énergie nécessaire aux travaux de l'organisme est fournie par le mécanisme lavoisiérien, c'est-à-dire par les processus d'oxydation complète ou incomplète qui mobilisent, en le transformant, le potentiel utilisable.*

» 2° *C'est à l'état d'hydrate de carbone que les muscles en travail consomment le potentiel qui est la source immédiate de leur activité, et cette consommation n'est pas autre chose qu'une combustion totale, pure et simple.*

» 3° *Les hydrates de carbone, chez l'animal non alimenté qui travaille, se reconstituent incessamment par une oxydation rudimentaire des graisses, oxydation qui peut fixer sur la molécule du corps gras beaucoup plus d'oxygène qu'il n'en passe dans l'acide carbonique résultant de cette ébauche de combustion.*

» 4° *L'oxydation des principes albuminoïdes des humeurs et des éléments anatomiques ne participe jamais, d'une manière directe, à la dépense énergétique suscitée par le travail musculaire.*

» Sur chacune de ces propositions, j'ai à apporter de nouveaux documents probants. J'ai l'intention de les faire connaître successivement sans m'astreindre à l'ordre de l'énumération qui vient d'être faite. C'est de la quatrième proposition qu'il va être question aujourd'hui.

» *Rapports des combustions des albuminoïdes avec le travail musculaire, chez les sujets en état d'abstinence* (1). — On discute encore sur la signification des expériences nombreuses qui, depuis la première en date, celle de Fick et Wislicenus, ont tenté de résoudre cette importante question, en recherchant, par la détermination de l'azote urinaire, la part pour laquelle les oxydations des corps quaternaires peuvent contribuer à la dépense énergétique du travail musculaire. En réalité, il n'est pas une de ces expériences, même parmi celles que leurs auteurs ont présentées comme preuve

(1) Extrait des Documents rassemblés avec la collaboration de M. E. Contejean.

d'une large participation de cette source d'énergie à la dépense chimique des muscles en activité, qui n'ait témoigné dans l'autre sens, c'est-à-dire contre l'intervention active des oxydations des albuminoïdes dans la production du travail musculaire.

» Il n'en est pas moins constant que ces expériences ont besoin d'un certain contrôle, puisqu'elles n'ont pas emporté toutes les convictions et qu'elles peuvent être diversement interprétées. C'est à cette diversité d'interprétation que j'ai cherché à soustraire les faits mis en lumière par mes propres expériences.

» *Méthode expérimentale.* — Mes comparaisons du travail positif et du travail négatif ayant été faites sur le sujet en état d'abstinence, il m'était imposé de réaliser la même condition dans mes recherches relatives à l'influence que le travail musculaire peut exercer sur la valeur des oxydations des albuminoïdes. Or, il se rencontre justement que cette condition, indispensable au but spécial que visent ces recherches, convient aussi tout particulièrement à la détermination générale du rôle rempli par ces oxydations des albuminoïdes dans la création de l'état d'activité des muscles. L'abstinence, en effet, écarte toutes les causes susceptibles de compliquer les faits auxquels on demande cette détermination.

» C'est le chien qui a été choisi comme sujet d'expérience. Il supporte, en effet, très bien l'état d'inanition, même assez prolongée, et peut accomplir, en cet état, sans trop de fatigue, en un temps relativement court, des travaux mécaniques importants.

» Pour savoir si, chez un tel sujet, le travail musculaire entraîne la consommation d'une certaine quantité d'albuminoïdes, il suffit de comparer les taux d'azote oxydé qu'éliminent les voies urinaires *dans des temps égaux, pendant le repos et pendant le travail.* Cette comparaison fournit des renseignements absolument sûrs, parce qu'ils sont obtenus dans des conditions d'une telle simplicité qu'il ne peut intervenir au cours de l'expérience, aucune autre influence que celle dont cette expérience est chargée de déceler les effets. Les résultats provoqués sont exclusivement ceux qu'il fallait mettre en évidence, et l'on est parfaitement autorisé à en tirer la conclusion nette qu'ils comportent.

» Ou bien les analyses démontreront que l'azote s'élimine plus abondamment pendant le travail, et alors il faudra bien accepter que le processus d'oxydation incessante des albuminoïdes de l'organisme participe à la dépense énergétique qu'entraîne le travail musculaire.

» Ou bien la quantité d'azote éliminée pendant que l'animal travaille

ne différera pas de celle qu'il émet dans le même temps en restant à l'état de repos; dans ce cas, on devra sans hésitation affirmer que la combustion des albuminoïdes est absolument étrangère à ladite dépense énergétique.

» Cette comparaison pouvait porter sur des périodes plus ou moins longues. J'ai préféré les plus courtes; ce sont celles qui assurent le mieux l'égalité et l'identité des conditions expérimentales générales. Je me suis arrêté à la comparaison de l'azote éliminé pendant des périodes de deux heures : l'une occupée entièrement par le repos; l'autre prise par le travail dans la première moitié, par le repos dans la seconde. La brièveté des périodes a, en outre, l'avantage de donner toute leur valeur aux différences qui les distinguent. Il est certain que, si le travail ne provoquait qu'une faible augmentation de l'azote urinaire, elle échapperait facilement, en se noyant dans la quantité totale de l'azote rendu en douze ou vingt-quatre heures. Cette augmentation s'enlèvera au contraire nettement sur la petite quantité d'azote de fond commun qui est excrétée pendant une période de deux heures seulement.

» On ne peut compter que sur l'opération du cathétérisme de la vessie pour se procurer, dans les susdites conditions, les urines à analyser et à comparer. Aussi convient-il d'employer aux expériences les femelles, de préférence aux mâles, qu'il est incomparablement plus difficile de sonder.

» L'opération est des plus simples. Pour la pratiquer, il n'est pas nécessaire de coucher et de fixer l'animal. Placé en station ordinaire, sur une table où il est maintenu par un aide, le sujet reçoit la sonde sans difficulté. L'urine est recueillie dans un vase, ainsi que l'eau de lavage, que l'on a soin d'injecter à l'intérieur de la vessie après l'extraction. Ce lavage est utile parce qu'il permet d'obtenir jusqu'à la plus faible trace de l'azote témoin de l'activité des oxydations dans chacune des périodes comparées. Des pressions sur le ventre favorisent l'expulsion complète du liquide. Il faut toujours prévoir que ce liquide pourra sortir, non seulement par le conduit intérieur de la sonde, mais encore par le canal de l'urètre lui-même, en s'écoulant entre les parois de celui-ci et la paroi extérieure de l'instrument. Le vase collecteur doit être placé en conséquence, pour qu'il n'y ait aucune perte du liquide à analyser.

» On a critiqué l'emploi du cathétérisme vésical. Je dois dire que, maintenant, les récoltes d'urine ne se font guère autrement que par ce procédé à mon laboratoire, même dans les cas où il n'y a pas lieu de mesurer, d'une manière absolument rigoureuse, les périodes d'excrétion urinaire qui sont étudiées dans les expériences. Le procédé est commode autant

que sûr et les animaux s'y habituent parfaitement. Son application, par une main exercée, avec emploi des moyens aseptiques usités en pareil cas, n'expose que très exceptionnellement les patients aux accidents pathologiques. Dans le nombre considérable de cathétérismes qui ont été faits au laboratoire, il n'y a eu qu'une ou deux fausses routes, sans un seul cas d'infection vésicale, quoique souvent le même animal ait été sondé cinq, six, sept, huit et douze fois dans les vingt-quatre heures.

» La détermination de l'azote urinaire est faite par la méthode de Kjeldah, avec les divers perfectionnements qui y ont été introduits. On agit sur l'urine parfaitement filtrée, débarrassée ainsi du mucus et des épithéliums, c'est-à-dire de toutes les matières azotées qui sont éliminées sans avoir éprouvé d'oxydation, et qui n'ont pu concourir ainsi à la dépense énergétique entraînée par les travaux physiologiques.

» Le travail mécanique que l'on fait faire aux animaux, dans le but de savoir s'il surexcite l'oxydation des albuminoïdes et l'excrétion de l'azote urinaire, consiste dans la montée et la descente répétées d'un des escaliers du laboratoire. C'est un exercice auquel les sujets dociles se prêtent très facilement, grâce aux appels de deux personnes, l'une placée au haut de l'escalier, l'autre au bas. Ils font ainsi facilement, en une heure, suivant leur poids et la rapidité de leur allure, de 2000 à 7000, même 8000 kilogrammètres en double travail, positif et négatif. Comme ce travail en liberté s'exécute dans des conditions absolument normales, aucune perturbation ne peut en masquer, diminuer ou accentuer l'influence sur les combustions organiques.

» *Expériences.* — Le sujet choisi est une chienne qui a déjà servi auparavant à un nombre considérable d'autres recherches sur l'excrétion de l'azote urinaire.

» Les expériences actuelles sont faites pendant une période d'inanition qui dure du 13 au 19 octobre 1895. Avant, l'animal était soumis au régime exclusif de la viande crue. Le dernier repas a été donné le 13 à 8^h du soir. A partir de ce moment, le sujet ne reçoit plus chaque soir, toujours à la même heure, que 300^{cc} d'eau comme boisson. Cette eau lui est administrée avec la sonde œsophagienne. On est sûr ainsi que la boisson ingérée l'est toujours dans les mêmes conditions : point important; car les boissons influent notablement sur les oxydations des albuminoïdes et l'excrétion de l'azote urinaire.

» Le 16 octobre, une première séance de travail est commencée à 10^h du matin. Elle finit à $11^h 10^m$ et a duré ainsi soixante-dix minutes. D'après le nombre des montées et des descentes, la hauteur de l'escalier et le poids moyen de l'animal ($10^{kg}, 900$), celui-ci fait environ 3000^{kgm} de travail positif et autant de travail négatif.

» L'urine a été extraite une première fois à 8^h du matin, deux heures avant le travail; une seconde fois immédiatement avant, à 10^h du matin; une troisième fois

à midi, cinquante minutes après la fin du travail, deux heures après son commencement. On se procure ainsi l'urine de deux périodes de même durée (deux heures exactement chacune), se suivant immédiatement : l'une durant laquelle l'animal est resté au repos complet ; l'autre où le sujet a fait un double travail positif et négatif de 3000^{kgm}. Il sera donc facile de s'assurer, par la comparaison des résultats de l'analyse de ces deux portions d'urine, si le travail musculaire augmente l'excrétion azotée et si l'énergie nécessaire à l'exécution de ce travail provient, pour une partie plus ou moins grande, de la combustion des albuminoïdes de l'économie animale. L'ensemble de l'excédent de dépense énergétique qu'exige un tel travail n'entraînerait pas moins, en effet, que la combustion d'une dizaine de grammes, au bas mot, d'hydrates de carbone ou de leur équivalent azoté, environ 8^{gr} d'albuminoïde, fournissant $1^{gr},25$ d'azote urinaire.

» Le 17 octobre, l'animal est laissé en repos. Mais l'urine est recueillie exactement comme la veille et sert de terme de comparaison.

» Le 18 octobre, mêmes opérations que le 16. Le sujet travaille également de 10^h à $11^h 10^m$. Il fait encore 3000^{kgm} environ.

» Le Tableau suivant donne les résultats des analyses de l'urine et résume les éléments de la comparaison cherchée entre l'état de repos et l'état de travail.

		A. Quantité d'urine sécrétée.	B. Quantité d'azote contenue dans l'urine sécrétée.	C. Différence de l'azote éliminé dans la 1re et dans la 2e période.
1er jour.	a. 1re *période* (deux heures; repos complet)	7 cc	0,333 gr	
	b. 2e *période* (tr. de 3000^{kgm} pendant 70 min.; repos complet de 50 min.)...	9	0,334	» +0,001 gr
2e jour.	a. 1re *période* (deux heures; repos complet)	5	0,250	»
	b. 2e *période* (deux heures; repos complet)	6	0,309	+0,059
3e jour.	a. 1re *période* (deux heures; repos complet)	8	0,336	»
	b. 2e *période* (tr. de 3000^{kgm} pendant 70 min.; repos complet de 50 min) ...	4	0,219	—0,117

» Ainsi, dans ces expériences, l'excrétion de l'azote urinaire n'a pas été modifiée par le travail du premier jour. Le troisième jour, même, cette excrétion a plutôt notablement diminué, pendant la période d'activité du système musculaire. Mais ce n'est là certainement qu'une rencontre fortuite avec une phase maxima des oscillations naturelles de l'excrétion azotée hors de l'état de travail, oscillations dont les analyses du deuxième jour, où l'animal est resté toujours au repos, donnent un bel exemple.

» En somme, le travail n'a exercé aucune influence directe sur le taux de l'azote oxydé qui est soustrait à l'organisme par la voie rénale, c'est-à-dire sur la combustion des albuminoïdes. Ce résultat négatif fait un contraste saisissant avec l'accroissement bien connu que subissent, du fait du travail musculaire, l'exhalaison d'acide carbonique et l'absorption d'oxygène par les voies respiratoires. Dans les conditions des expériences actuelles, cet accroissement eût été considérable et aurait constitué ainsi un témoin irrécusable de l'importance des combustions que le travail excite dans les éléments ternaires de l'organisme, surtout les hydrates de carbone préformés. De même, et en sens inverse, l'état stationnaire de l'excrétion azotée démontre-t-il rigoureusement, avec une netteté quasi schématique, que *les albuminoïdes ne sont pas au nombre des substances constituant le potentiel dans la combustion duquel les muscles puisent immédiatement l'énergie nécessaire à leur fonctionnement*.

» Telle est la conclusion qui ressort des présentes expériences. *A fortiori,* s'impose-t-elle pour mes expériences de comparaison du travail positif et du travail négatif, dans lesquelles l'activité musculaire a eu une durée excessivement réduite.

» La combustion des principes azotés qui composent les humeurs et les tissus de l'économie animale n'en joue pas moins un rôle de tout premier ordre, en présidant aux dislocations incessantes par lesquelles il est préludé à la réintégration de ces principes. Mais c'est là un autre point de vue, celui de la fonction rénovatrice de la matière, fonction préposée à l'entretien des propriétés physiologiques des organes élémentaires. Nous aurons à examiner un jour la question de savoir dans quelle mesure le travail peut agir *secondairement* sur l'activité de cette fonction rénovatrice au sein des organes musculaires. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Coralliaires du golfe du Lion.*
Note de M. **de Lacaze-Duthiers.**

« Dans plusieurs Communications antérieures j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie quelles études sur la faune du golfe se poursuivaient au laboratoire Arago. J'ai aussi indiqué dans quel esprit elles étaient faites et montré qu'elles ne consistaient pas en une simple énumération des espèces, mais qu'elles avaient un caractère biologique.

» Aujourd'hui, dans cet ordre d'idées, je communiquerai quelques

résultats obtenus par l'observation de l'un des Coralliaires ayant vécu, dans les aquariums de mes laboratoires, assez longtemps pour s'y être reproduit après une complète acclimatation.

» Plus d'une fois j'ai insisté sur les bonnes conditions biologiques que présentent les bacs de mes stations recevant l'eau de mer pure en quantité suffisante, mais non exagérée, et conduite de telle façon que son aération est parfaite. Aussi, durant des mois entiers, il a été possible, non seulement d'observer, mais encore de dessiner et de photographier les polypes des espèces des grands fonds, comme l'*Amphihelia oculata*, le *Lophohelia prolifera*, le *Desmophyllum cristagalli*, des *Paracyathus*, des *Caryophyllia*, des *Cœnocyathus* dans un état parfait d'épanouissement, fait intéressant, car les animaux de ces polypiers, sauf pour quelques Caryophyllies, ne nous sont connus par aucun dessin ni même aucune description.

» Toutes ces espèces des grands fonds, dont j'aurai l'honneur d'entretenir plus tard l'Académie, sont pêchées à l'aide du vapeur le *Roland*, qui nous porte avec une précision mathématique sur les lieux qu'elles habitent et cela grâce à l'exactitude parfaite de nos cartes topographiques du fond du golfe.

» Déjà j'ai mis sous les yeux de l'Académie une première carte relative aux reliefs et à la nature des fonds dans l'étendue comprise entre le golfe de Rosas et l'embouchure de la Tet.

» Cette carte a été dressée par le savant professeur G. Pruvot, de la Faculté des Sciences de Grenoble, qui joint, à un vrai tempérament de marin, une puissance de travail, une résistance à la fatigue lui ayant permis, dans une campagne pendant la belle saison, par des sorties presque journalières, de faire plus de deux cents sondages d'une précision absolue.

» Aujourd'hui, je présente une seconde Carte qui n'offre pas moins d'intérêt, sur laquelle mon Collègue a placé, à côté des chiffres de la profondeur des eaux, les stations des principaux types d'animaux. Elle nous nous sert aujourd'hui à aller avec sûreté pêcher tel ou tel animal. Le sextant, le compas, les relèvements précis et le loch nous permettent, grâce au travail précieux de M. Pruvot, de n'être plus assujettis aux pratiques de la routine.

» L'étude de la faune du golfe se poursuit depuis trois ans, lentement, patiemment, dans les meilleures conditions. Je ne saurais trop remercier mes collaborateurs, MM. Boutan, Topsent, Racovitza et Pruvot des soins

qu'ils apportent à l'étude biologique des Mollusques, des Éponges, des Annélides, des animaux pélagiques.

» Je désire encore remercier le prince Roland, qui m'a si généreusement donné un yacht charmant, parfaitement aménagé et outillé, ce qui nous a permis d'entreprendre ces études suivies sur la faune marine de nos côtes.

» L'Académie depuis la fondation du laboratoire Arago ne m'a pas ménagé les marques de l'intérêt qu'elle porte à ce laboratoire. Je ne saurais mieux la remercier qu'en lui apportant les résultats de nos recherches.

» L'observation des Coralliaires du golfe, dans les bonnes conditions que je viens d'indiquer, a permis d'éclairer quelques points intéressants de l'évolution de ces animaux. Aujourd'hui je n'en veux retenir qu'un stade très limité relatif au développement du Polypier. Plus tard je ferai connaître quelles sont les espèces qui habitent la mer du Roussillon.

» Je place sous les yeux de l'Académie de jeunes Balanophyllies royales, âgées de cinq mois.

» Elles sont nées d'individus parfaitement acclimatés dans les aquariums de mes laboratoires, elles ont vécu très bien tout l'hiver dans mon cabinet de travail à Paris, fixées sur le fond de capsules de cristal, et j'ai pu facilement les suivre en les observant régulièrement presque tous les jours depuis le mois d'octobre.

» L'espèce est connue, elle est côtière et n'est pas exclusivement cantonnée dans la Méditerranée; décrite pour la première fois par les naturalistes anglais, elle vit dans la Manche et est assez commune à Roscoff.

» Ses embryons, comme tous ceux des animaux du groupe, sont à leur naissance vermiformes, errants et vagabonds; ils se meuvent à l'aide des mouvements du duvet vibratile ciliaire qui couvre leur corps. Ils ne naissent qu'après avoir séjourné dans la cavité générale du corps de leur mère, qui n'est autre que l'estomac dans lequel ils se développent, à côté des matières alimentaires que dissolvent les liquides servant à la digestion tandis qu'ils résistent et prennent de l'accroissement.

» Dès que les larves vermiformes deviennent sédentaires, en se fixant par leur pôle aboral, leur charpente calcaire commence à se montrer, et, dans les circonstances favorables de vitalité que j'indique, on peut suivre pas à pas la formation du polypier visible au travers du corps des tout petits Polypes transparents et gonflés d'eau.

» On peut ainsi vérifier si les lois ayant servi à la nomenclature et à la

classification basées sur les données déduites de l'évolution des parties sont, en tous points, exactes.

» Déjà, à propos de l'histoire du *Flabellum* du golfe, j'ai montré combien la méthode consistant à suivre un même individu pendant son développement, et en l'observant pour ainsi dire jour par jour, donnait des résultats plus précis que celle qui, étudiant des individus de grandeur très différente, depuis les plus petits jusqu'aux plus grands, admettant qu'ils représentent des âges différents, conduit à conclure : ce qui a dû être, ce qui a dû se produire d'après ce qu'on observe à des moments divers à des âges différents, et chez l'adulte.

» Pour employer la méthode préconisée il faut obtenir la fixation des larves sur les fonds plats de cristallisoirs très minces dont on enlève, avec le diamant, la partie supérieure; on forme ainsi de petites cuvettes peu profondes, que l'on peut porter sous le microscope et que l'on immerge ensuite dans des récipients dont on aère l'eau.

» On peut ainsi constater à tout instant l'état des progrès du développement des organes chez le même individu.

» Sans exagération, je puis dire que, chaque matin, j'ai passé quelques instants à voir mes jeunes Balanophyllies, et que j'ai pu dessiner chaque jour les modifications qu'apportait le développement; c'est ainsi que se sont formés, pour ainsi dire sous mes yeux, les tentacules, les mésentéroïdes et qu'ont apparu les premières traces du polypier.

» Voici quelques faits intéressants, qui ont été constatés pendant cette longue période d'observations.

» La muraille ou limite externe du calyce n'apparaît pas la première et ce n'est pas sur sa face interne que naissent les septa ou cloisons.

» Celles-ci se montrent tout d'abord, rarement toutes au même moment; mais les douze premières se forment à des intervalles de temps tellement courts qu'on doit les considérer comme contemporaines et à très peu près du même âge. On les voit apparaître par des dépôts de globules calcaires isolés, dont le nombre augmente en se disposant par lignes radiantes, et le nombre douze est atteint avant que celles ayant paru les premières soient entièrement complètes. C'est donc une simple inégalité dans l'activité du développement et non une production d'un ordre différent que représentent les différentes grandeurs des 12 premiers septa.

» Avant l'apparition des septa ou pendant qu'ils commencent à se former le polypier débute par le dépôt d'une couche très mince de granules

calcaires, d'inégale grandeur, recouvrant le corps sur lequel l'embryon s'est fixé. Cette couche forme la limite adhérente et inférieure de la cupule calycinale; dans l'espèce elle ne deviendra jamais très épaisse.

» Le nombre 6 n'est donc pas primitif, ici, comme on l'a dit et la symétrie des jeunes Balanophyllies est d'abord régie par le nombre 12. Pour bien observer cette disposition primitive on doit retourner le cristallisoir et observer l'animal par sa face adhérente. On peut alors dessiner sous la chambre claire, avec la plus grande facilité, les premières traces des septa. L'animal ne souffre nullement de cette privation momentanée du séjour dans l'eau.

» Dès que les 12 premières cloisons sont bien caractérisées, on voit une ligne claire circulaire entourant et enfermant les extrémités externes des septa, sans être en contact avec elles. C'est l'origine de la muraille, qui s'élève peu à peu, indépendamment de ces derniers, par le dépôt de couches de calcaire très minces, ininterrompues dont les stratifications sont accusées par des lignes fines, délicates et concentriques.

» Il y a déjà longtemps que j'ai montré chez l'Astroïdes une origine semblable de la muraille et des septa. Ceux-ci, à leur extrémité externe, sont bifurqués; mais chez la Balanophyllie, la bifurcation en Y est moins accusée et, quelquefois nulle pour quelques septa.

» A l'âge où sont arrivées les jeunes Balanophyllies (5 mois et même avant) des noyaux calcaires naissent entre la face interne de la muraille et l'extrémité externe des septa. Ils unissent définitivement les deux parties.

» Les septa croissent en hauteur plus rapidement que la muraille, dépassent son bord libre, se renversent en dehors en passant par-dessus ce bord, et viennent former, tout autour d'elle, douze arcs-boutants, qui augmentent d'autant le diamètre et la surface d'adhérence. Alors naît une nouvelle muraille, qui entoure et enferme les extrémités externes de ces arcs-boutants, devenus ainsi des septa de la nouvelle cupule calycinale. La première muraille, dès lors enfouie sous les dépôts de nodules calcaires, disparaît.

» Il faut remarquer que jusque-là les rayons devenus épineux et scarieux sont toujours au nombre de 12, et que les murailles, formées de couches de tissu plein non scarieux, ne présentent pas le caractère des *Zoanthaires sclérodermés poreux*.

» Plus tard, alternativement, un septa entre autres grandit plus que son voisin et, le dépassant en hauteur et en épaisseur, devient de premier

ordre; on en compte alors dans la symétrie nouvelle six plus grands et six plus petits. A ce moment, il y a deux cycles de formés.

» L'établissement des cycles, si difficile quelquefois à bien préciser dans la détermination des espèces et des genres, mériterait d'être revu, car il est basé sur l'âge des cloisons; or on voit qu'ici ce n'est point l'âge, mais l'inégalité du développement qui conduit à admettre à ce moment les deux cycles classiques comme étant primitifs, alors qu'ils ne le sont pas. J'aurai à revenir sur cette question importante.

» Sur l'origine même du polypier des interprétations diverses ont été données.

» La muraille est certainement due ici à une sécrétion; il serait mieux de dire à une excrétion ou exsudation ectodermique, et non à une transformation, à une solidification des éléments des tissus, des éléments dermiques ou épidermiques du corps.

» On reconnaît, très évidemment, la couche molle ectodermique à sa couleur plus pâle, entourant le corps d'une zone très différente par sa structure, sa transparence, de la partie limitant en dedans les cavités que forme l'endoderme.

» C'est tout à fait sur le bord extérieur de la couche de l'ectoderme, reconnaissable à sa couleur jaune pâle, qu'on voit peu à peu paraître une bande circulaire très transparente réfractant vivement la lumière et qu'on distingue très facilement en raison de ses caractères. Cette couche hyaline, n'offrant aucun des caractères des tissus mous, est légèrement striée perpendiculairement à son bord et parcourue par des lignes très fines parallèles à sa limite, décelant des zones d'accroissement ou de stratification.

» Quant aux septa leur origine n'est pas facile à reconnaître.

» D'après ce que l'on voit par ces observations, telles qu'elles sont faites, tout porte à croire que les nodules qui forment les septa ont une origine différente de celle de la muraille, car ils sont immédiatement entourés, surtout vers la circonférence du corps, par une couche plus colorée, évidemment méso-endodermique, couche que l'on voit tapisser la cavité générale et faire partie des mésentéroïdes.

» Avec de faibles grossissements il est difficile de reconnaître, en dessous des organes, si l'ectoderme s'est élevé dans la cavité pour sécréter les globules produisant les septa. Par le procédé des coupes, M. Kock dit avoir trouvé que tout le polypier est exclusivement d'origine ectodermique. Des coupes histologiques sont bien difficiles à pratiquer dans un mélange de tissus à la fois très mou et très dur, dans des cellules déli-

cates et des concrétions calcaires, celles-ci laissant à peine des traces quand on les dissout dans les acides.

» J'ai cru devoir limiter cette Communication aux faits relatifs à ce premier stade du développement d'un *Zoanthaire sclérodermé poreux;* plus tard je présenterai des observations analogues sur les *Zoanthaires sclérodermés apores* et sur les Polypes de l'un et l'autre groupe, ainsi que sur les espèces qui habitent le golfe. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le procédé employé pour conférer l'immunité contre le venin des serpents, d'après des documents fournis par M.* de Serpa Pinto. Note de M. **d'Abbadie.**

« Une réclamation de priorité sur la manière de conférer l'immunité contre le venin des serpents m'ayant rappelé une conversation ancienne avec notre éminent Correspondant M. le colonel de Serpa Pinto, nous lui avons écrit pour apprendre des détails sur l'opération qu'il a voulu subir; il était alors sous-lieutenant et débutait à Mozambique dans l'armée portugaise. Voici sa réponse, écrite des îles du Cap Vert dont il est gouverneur :

» C'est à *Inhambane* (sur la côte orientale d'Afrique), chez les *Vátuas* que j'ai été vacciné, et je crois que seulement en Afrique cette vaccination se fait chez eux.

» Ils extrayent le poison d'un serpent qui se nomme en portugais *Alcatifa* (ce mot veut dire tapis) et on l'appelle ainsi à cause des variétés de couleurs de sa peau, qui ressemble à un tapis. J'ignore le moyen employé pour obtenir le poison. Ce poison est mêlé à des substances végétales et forme avec elles une pâte gluante très brune.

» Ils font à la peau deux incisions parallèles, longues de 5^{mm} en chaque endroit et y introduisent la pâte qui contient le poison. Ces incisions sont faites sur les bras, près de la jonction du *radius* et du *cubitus* avec les os du carpe, au revers de la main, au dos, sur les omoplates et aux pieds près du grand doigt. Après l'opération, ils exigent un serment que le vacciné ne tuera jamais un serpent venimeux, parce qu'ils disent que désormais le serpent est son ami intime, et ils lui jettent dessus un serpent *Alcatifa,* qui ne le mord pas. Quand j'ai subi cette opération, j'ai été, pendant huit jours, tout enflé et j'ai eu toutes les souffrances possibles.

» Je n'ai jamais été piqué par aucun serpent et je ne puis affirmer que ce remède soit infaillible. Les *Vátuas* affirment que oui et ils ne tuent jamais un serpent.

» Peu de temps après avoir été vacciné, j'ai été piqué aux îles Seychelles par un scorpion qui ne m'a fait aucun mal; dix ans plus tard, lors de ma traversée d'Afrique, j'ai été piqué par un autre scorpion qui m'a fait un mal horrible, et j'ai cru pendant huit jours que j'allais mourir ou perdre mon bras.

» Voilà les faits et tout ce que je puis dire à ce sujet.

(Signé) Serpa Pinto. »

ASTRONOMIE. — *Observations de Vénus sur le mont Mounier.* Note de M. **Perrotin**.

« Les observations dont nous donnons aujourd'hui le résumé viennent compléter celles dont il a été question dans deux Notes antérieures (*Comptes rendus*, 27 octobre 1890 et 21 octobre 1895). Comme les précédentes, elles avaient pour but de vérifier les découvertes de M. Schiaparelli sur la rotation de la planète; mais elles offrent ceci de particulier, qu'elles ont été faites à 2741^m d'altitude et dans des conditions atmosphériques extrêmement favorables, les dernières surtout. Elles sont, de plus, relatives au côté occidental du terminateur, exclusivement; tandis que les premières concernaient le côté oriental.

» Voici d'abord les observations [1] :

» 1895, *décembre* 2. — Elles commencent ce jour-là vers 4 heures du matin. On aperçoit, dans le voisinage du terminateur, deux taches blanches qui tranchent sur la couleur légèrement jaunâtre de la surface; l'une de ces taches est placée dans l'hémisphère austral, l'autre, immédiatement au-dessous, vers le milieu du terminateur (image renversée). On aperçoit aussi, nettement, la bande sombre longitudinale dont la partie médiane est, à peu de chose près, parallèle au terminateur. On voit également les deux taches claires qui avoisinent d'ordinaire les cornes et se projettent sur le bord éclairé du disque.

» En fixant mieux son attention, on distingue jusqu'à trois régions blanches le long du terminateur.

» On ne saisit pas aussi bien que par le passé les lignes sombres qui les séparent, mais on voit facilement les bandes de même teinte qui aboutissent au terminateur, en dedans des cornes.

» Le tout paraît reporté, en haut, le long du terminateur; la figure est dissymétrique; la tache claire du bas (corne boréale) étant plus avancée sur le disque que celle du haut. La bande sombre se bifurque en approchant des cornes; l'une des branches va au terminateur, l'autre au bord éclairé du disque; la bifurcation se fait plus tôt dans le bas que dans le haut.

» La surface de la planète ne change pas sensiblement d'aspect de $4^h 15^m$ à 8^h.

» 1895, *décembre* 3. — Le ciel, d'abord nuageux, se découvre vers 5^h; les observations commencent à ce moment et se poursuivent jusqu'à $8^h 45^m$. Même aspect invariable qu'hier. Des trois taches que l'on aperçoit sûrement le long du terminateur, les deux supérieures sont le plus facilement visibles, mais on voit beaucoup plus aisément les deux taches claires voisines des cornes et situées sur le bord éclairé.

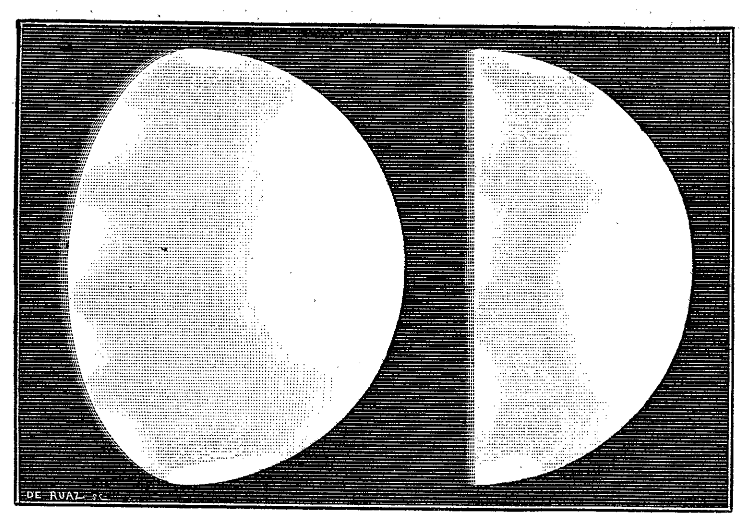
---

(1) Elles sont faites le matin; les heures sont exprimées en temps civil.

» La bande sombre longitudinale se présente dans les mêmes conditions qu'hier. L'ensemble est toujours dissymétrique par rapport au centre du terminateur; le tout est reporté vers l'extrémité australe.

» 1895, *décembre* 4. — Comme hier, le ciel ne se découvre complètement que vers 5^h. Par instants, les images sont excellentes. On voit toujours les mêmes détails. En somme, il y a le long du terminateur, en dedans de la bande sombre, des régions plus blanches et plus claires que le reste de la surface; il y en a au moins trois de cette nature, sans compter les deux qui avoisinent les cornes, du côté du bord éclairé.

» On reste à l'instrument jusqu'à $7^h 30^m$. Toujours le même aspect; il n'y a aucun doute à cet égard. Même dissymétrie par rapport au milieu du terminateur.



1896. Février 2, 3, 4 et 5. (Image renversée.) — 1895. Décembre 2, 3 et 4. (Image renversée.)

» 1896, *février* 2. — Les observations commencent à 6^h du matin, le ciel est beau et les images généralement bonnes. On voit la bande sombre longitudinale, ainsi que les régions blanches qui avoisinent le terminateur et les cornes; la dissymétrie signalée en décembre persiste. La bande sombre se bifurque plus près de la corne australe que de la corne boréale, laquelle semble plus claire.

» A quelques détails près, l'aspect est le même qu'en décembre dernier, mais le ciel est infiniment plus beau et les phénomènes sont plus nettement accusés. Toutefois, on croit voir le long du terminateur quatre taches blanches au lieu de trois seulement, que l'on voyait à cette époque. On doute, par moments, de l'existence de la ligne sombre qui sépare les deux du dessous. L'apparition de cette division est probablement le résultat de conditions atmosphériques meilleures qu'en décembre (1). Sur les quatre, les deux supérieures, dans la lunette, sont les plus visibles.

---

(1) C'est, peut-être, aussi l'effet de la libration en latitude.

» Depuis décembre, la tache placée à droite de la corne boréale semble s'en être éloignée de 10° à 12° ; l'ensemble de la bande sombre paraît avoir participé à ce mouvement en s'inclinant légèrement sur le terminateur, du côté de la corne australe.

» On observe jusqu'à $8^h 30^m$, sans qu'il soit possible de noter aucun changement sensible dans l'aspect de la planète.

» 1896, *février* 3. — On réobserve la planète de 6^h à 9^h. Les images sont encore meilleures que la veille. On ne pourrait que se répéter quant à l'aspect sous lequel la surface de la planète se présente.

» La bande sombre est légèrement convexe vers le terminateur.

» M. Javelle, qui m'assiste, a vu généralement les particularités que je signale, mais il note, en outre, une ramification de la bande sombre qui se détache de cette dernière vers son milieu et se dirige vers le bord éclairé ; je crois également saisir ce détail, le 3 au matin, mais d'une manière fugitive.

» 1896, *février* 4. — Ce jour-là, les observations ne sont possibles que de $6^h 30^m$ à $7^h 30^m$. Les images, excellentes durant cet intervalle, deviennent mauvaises après le lever du Soleil, et l'on attend vainement jusqu'au passage de la planète au méridien, sans que les images redeviennent bonnes.

» Mêmes détails absolument qu'hier pendant cet intervalle d'une heure.

» 1896, *février* 5. — On regarde Vénus de $6^h 30^m$ à $8^h 30^m$. L'aspect est identique à celui des jours précédents, et il ne se produit aucun changement dans le courant des observations.

» La pointe de la corne boréale est relativement obscure; elle apparaît entre deux régions plus claires ; une des branches de la bande sombre vient aboutir à son extrémité, ce qui fait qu'elle tranche nettement sur les régions voisines.

» Cette particularité a été remarquée tous ces jours-ci.

» De tout ce qui précède, on est en droit de conclure que la planète tourne sur elle-même avec une extrême lenteur. C'est aussi la conclusion à laquelle nous avaient conduit les observations antérieures. Seulement celles d'aujourd'hui nous permettent d'aller plus loin.

» Notre Note du 27 octobre 1890 se terminait ainsi :

» Nos observations de 1881 [1] nous ont appris qu'il existe de l'autre côté du disque une bande sombre semblable à celle que nous avons étudiée cette année. Il y aura grand intérêt à savoir si la zone qui sépare cette bande du terminateur présente les caractères de celle dont nous venons de parler.

» Il n'y a plus, en effet, que deux hypothèses admissibles : ou bien la planète tourne constamment la même face vers le Soleil et, dans ce cas, les deux côtés de la planète, dans le voisinage de l'équateur surtout, doivent avoir le même aspect (la libration en longitude due à l'équation du centre n'a pas d'effet appréciable) ; ou bien la planète tourne plus vite (la durée de rotation étant comprise entre 195 et 225 jours), et alors

---

(1) Ces observations concernent le côté occidental du terminateur, celles de 1890 sont relatives au côté oriental ; il importe de le rappeler.

les deux côtés se trouvent dans des conditions totalement différentes. Après avoir été plongées pendant plus de trois mois dans l'obscurité, les régions voisines du bord occidental viennent se placer sous l'action des rayons solaires pendant le même temps; les régions qui sont de l'autre côté du disque subissent la même alternative, mais en sens inverse.

» On conçoit dès lors l'importance que doit avoir la constatation du fait sur lequel nous appelons l'attention, car il est lié à la question de la rotation elle-même, rotation dont la durée se trouve maintenant resserrée entre des limites assez étroites.

» Cette constatation est maintenant possible et, de plus, elle est concluante; les observations de 1890 relatives au côté oriental de la planète, comparées à celles du côté occidental de décembre 1895 et de février 1896, prouvent, autant par les dessins qui en ont été faits que par les descriptions qui les accompagnent, que les deux côtés du terminateur se présentent, à quelques détails près, sous le même aspect, circonstance qui, dans la supposition d'une rotation très lente, est seule compatible avec *une durée de rotation égale à celle de la révolution sidérale*.

» Ce résultat nous semble actuellement hors de doute.

» Cette étude conduit, d'autre part, à une idée assez nette de la configuration de la surface de Vénus : l'hémisphère tourné vers le Soleil comprend une première zone contiguë au terminateur, haute de dix degrés environ, présentant sur tout son pourtour une série de taches claires qui contrastent par leur couleur blanche avec la teinte jaunâtre du reste de la surface; ces taches sont au nombre de dix, au moins, en comptant les deux taches extrêmes voisines du bord éclairé.

» Puis vient une large bande sombre, mal définie sur ses contours, de 10° à 15° de largeur, parallèle à la précédente et faisant comme elle le tour de la planète. C'est de cette bande que se détachent vers le terminateur les lignes sombres qui séparent deux à deux les régions blanches dont nous venons de parler.

» Enfin, au centre, une calotte sphérique, très brillante, ne laisse percevoir aucun détail de la surface (¹).

(¹) Si, abandonnant le domaine des faits dont nous avons le devoir de garantir l'exactitude, nous passons à celui des hypothèses où l'imagination peut se donner libre carrière, poursuivant d'ailleurs le parallèle qui a été quelquefois établi entre Mars et Vénus, nous pourrions traduire notre impression en disant que la première zone rappelle, de loin, les neiges de Mars; la deuxième, les mers; la troisième, les brouillards ou les nuages aperçus souvent par d'autres et par nous-même dans l'atmosphère de cette planète.

» Nos observations récentes, tout comme celles de 1890, nous ont fait soupçonner un léger balancement de la bande sombre par rapport au terminateur, ainsi qu'un détachement des taches claires des cornes; il a été de 10° à 12° en deux mois.

» Ce phénomène, qui est analogue à celui de la libration de la Lune en latitude, prouve que l'axe de rotation de la planète ne se confond pas avec la perpendiculaire à l'orbite. Nous savons déjà (*Comptes rendus*, 27 octobre 1890) que l'écart ne dépasse pas 15°.

» Reste à connaître la position de la ligne suivant laquelle l'équateur de Vénus coupe le plan de son orbite. Les observations actuelles ne permettent pas de se prononcer sur ce point, mais elles pourront concourir utilement, avec les observations futures, à la détermination de cet élément. En ayant égard aux variations de la latitude de la planète, la valeur de cet élément devra expliquer ce fait, singulier au premier abord, qui veut que, dans la plupart des cas, les régions voisines de la corne boréale nous ont paru plus claires que les régions correspondantes de la corne australe.

» Pour le moment, nous devons nous borner à la confirmation de l'importante et curieuse découverte du célèbre directeur de l'observatoire de Milan. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'acide camphorique droit en camphre droit; synthèse partielle du camphre.* Note de M. **A. Haller.**

« Dans notre dernière Communication [1], nous avons insisté sur les analogies que présente le campholide avec le phtalide, tout en faisant des réserves sur la constitution du premier de ces olides. Les réactions que nous allons exposer et qui nous ont permis de passer du campholide, et partant de l'acide camphorique, au camphre, se rapprochent également de celles auxquelles donne lieu le phtalide.

» Ainsi que l'a montré, M. J. Wislicenus [2], quand on chauffe le phtalide avec du cyanure de potassium, il donne naissance au sel de potasse du cyanure de benzyle orthocarboxylé.

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\CO\end{matrix}\right\rangle O + \begin{matrix}CAz\\|\\K\end{matrix} = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2.CAz\\COOK\end{matrix}\right. .$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 293.

(2) *Annalen der Chemie*, t. CCXXXIII, p. 103.

» Traité dans les mêmes conditions par du cyanure de potassium, le campholide fournit le sel de potasse de l'acide cyanocampholique.

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\CO\end{array}\right\rangle O + \begin{array}{c}CAz\\|\\K\end{array} = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2.CAz\\COOK\end{array}\right. .$$

» Or, en faisant agir des alcoolates de soude sur le camphre cyané, nous avons obtenu, il y a quelques années (¹), des composés que nous avons considérés comme des éthers de l'acide cyanocampholique. D'autre part, M. Minguin (²) a préparé l'acide cyanocampholique directement, en faisant digérer pendant quelques minutes le camphre cyané avec de la potasse alcoolique :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CAz\\|\\CO\end{array}\right. + C^nH^{2n+1}ONa + C^nH^{2n+1}OH$$

$$= C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\,CAz\\COOC^4H^{2n+1}\end{array}\right. + C^nH^{2n+1}ONa.$$

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CAz\\|\\CO\end{array}\right. + KHO = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\COOK\end{array}\right. .$$

» Cet acide, ainsi que ses éthers, chauffés avec de la potasse caustique, donnent naissance au même acide homocamphorique que celui qu'on obtient en faisant bouillir le camphre cyané avec les alcalis :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2.CAz\\COOR\end{array}\right. + 2KHO + H^2O$$

$$= C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2.COOK\\COOK\end{array}\right. + AzH^3 + ROH.$$

» Enfin, l'homocamphorate de plomb fournit, par une calcination ménagée, du camphre et du carbonate de plomb, qui se décompose à une température plus élevée en acide carbonique et oxyde. Cette réaction, entrevue dès 1879 (³), a été reprise plus tard et confirmée, dans notre Conférence sur le camphre faite à la Société chimique en 1887 (⁴).

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CO^2\\COO\end{array}\right\rangle Pb = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\|\\CO\end{array}\right. + PbCO^3.$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 68 et 112.
(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. II, p. 393.
(³) *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de Paris, p. 34.
(⁴) *Revue scientifique*, octobre 1887.

» Nous allons démontrer, dans ce qui suit, que les dérivés obtenus en partant du campholide sont identiques à ceux préparés par les méthodes qui précèdent et qu'ils conduisent à un camphre dont les propriétés coïncident avec celles du camphre ordinaire.

» *Transformation du campholide en acide cyanocampholique.* — On chauffe en tube scellé, à une température de 230°-240°, pendant six heures, un mélange intime de quantités équimoléculaires de campholide et de cyanure de potassium purs et secs. Le produit, tout en jaunissant légèrement, se liquéfie à cette température, pour reprendre l'état solide par refroidissement. On traite la masse par l'eau pour séparer le campholide non entré en réaction, on agite la solution aqueuse avec de l'éther afin d'enlever les dernières portions d'olide, et l'on sursature par de l'acide sulfurique.

» Le précipité recueilli, lavé et purifié par cristallisation dans l'éther et l'alcool, constitue de l'acide cyanocampholique droit.

» Cet acide est identique, par sa composition, sa forme cristalline, son point de fusion et son pouvoir rotatoire moléculaire, à l'acide dérivé du camphre cyané.

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Acide cyanocampholique dérivé du camphre cyané	164,5	$(\alpha)_D = +64,76$
Acide cyanocampholique dérivé du campholide	164,5	$(\alpha)_D = +64,69$

» Ces déterminations, comme les suivantes, ont été faites avec les mêmes poids de matière, et dans les mêmes conditions de température et de dilution.

» Trois grammes de cet acide ainsi obtenu ont été chauffés avec de la potasse caustique à 30 pour 100, jusqu'à cessation de dégagement d'ammoniaque. La liqueur a été ensuite sursaturée par un acide et le précipité recueilli et purifié.

» L'acide homocamphorique résultant de cette saponification est soluble dans l'alcool, moins dans l'éther, et presque insoluble dans l'eau. Il possède la composition et toutes les propriétés de l'acide préparé par saponification directe du camphre cyané.

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Acide homocamphorique dérivé du cyanocamphre	234°-235°	$(\alpha)_D = +60,40$
Dérivé de l'acide cyanocampholique obtenu avec le campholide	234	$(\alpha)_D = +60,40$.

» Une portion aliquote de cet acide a été neutralisée par du carbonate de soude et la solution neutre fut additionnée d'acétate de plomb. Le précipité blanc obtenu fut lavé et séché à l'étuve. 3gr de l'homocamphorate de plomb ainsi préparé furent introduits dans un matras à long col et chauffés à une douce chaleur. En élevant progressivement la température, le sel se décompose et le camphre se sublime sur le col du matras, en même temps qu'il se condense de l'eau. On recueille le produit, on le broie avec de la chaux vive et on le soumet à une nouvelle sublimation. On obtient de la sorte environ 0,50 à 0,60 de camphre bien blanc et cristallisant en feuilles de fougères. Son point de fusion et son pouvoir rotatoire moléculaire ont été comparés à

ceux d'un camphre qui avait été purifié par un traitement à l'acide azotique et sublimé ensuite avec de la chaux vive.

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Camphre pur....................	175,5	$(\alpha)_D = + 42,49$.
Camphre de l'homocamphorate de plomb........................	177	$(\alpha)_D = + 42,49$.

» Un camphre provenant d'un homocamphorate de plomb, préparé il y a quelques années en partant du camphre cyané, nous avait donné, à cette époque, le point de fusion 177°, et le pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = 42°,11$.

» Il n'y a donc aucun doute sur l'identité du *camphre dérivé de l'acide camphorique* avec le *camphre ordinaire*. La synthèse totale de ce dernier se réduira donc à celle de l'acide camphorique.

» Les résultats que nous venons d'exposer ont un intérêt d'un autre ordre. Ils fixent d'abord définitivement la partie de la molécule camphre, sur laquelle s'est portée l'oxydation, dans la transformation de ce composé en acide camphorique.

» Ils corroborent, en outre, la manière de voir d'un grand nombre de chimistes qui attribuent aux deux acides camphorique et homocamphorique une double fonction carboxylique.

» Ils montrent enfin que le groupement, le noyau fondamental, auquel le camphre doit sa propriété de dévier la lumière polarisée, n'est pas atteint par sa conversion en acide camphorique, campholide, acides cyanocampholique et homocamphorique.

» Nous nous proposons de revenir sur les considérations que suggère l'ensemble des faits exposés et nous aborderons, dans une prochaine Communication, les déductions qu'on peut tirer, quant à la constitution de l'acide camphorique, de résultats déjà publiés antérieurement et d'autres récemment obtenus.

» Nous continuons, d'autre part, l'étude des produits secondaires obtenus dans la préparation du campholide; nous espérons, en outre, pouvoir préparer l'acide campholique en partant de cet olide. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse, par les procédés volumétriques, d'un mélange de chlorures, d'hypochlorites et de chlorates.* Note de M. **Ad. Carnot.**

« On sait que le chlore, agissant sur les hydrates alcalins ou alcalino-terreux, donne naissance à des chlorures et, en même temps, à des chlo-

rates ou à des hypochlorites, suivant que la température et la concentration des liquides sont plus ou moins élevées. Dans des conditions moyennes, les trois sortes de sels se forment ensemble.

» Il se produit un mélange des mêmes sels, lorsque l'on soumet des solutions de chlorure de sodium à l'électrolyse, suivant les procédés récemment essayés en vue de la fabrication du chlore libre et de la soude caustique ou de celle des chlorates ou des hypochlorites.

» Il y a, dans ces divers cas, grand intérêt pour l'industrie à pouvoir déterminer facilement la proportion de chacun des sels contenus.

» Une question analogue se présente, lorsqu'on a besoin de connaître la véritable composition d'un chlorure de chaux; car ce produit renferme toujours un peu de chlorate, même lorsqu'il a été préparé récemment et avec soin (Lunge et Schoch) et la proportion de ce sel augmente progressivement avec le temps (Pattinson), surtout lorsque le chlorure décolorant a été fabriqué avec de la chaux en partie carbonatée (Frésénius).

» Pour l'analyse d'un semblable mélange de sels, je crois pouvoir recommander la méthode suivante, comme étant à la fois très rapide et très exacte. Toutes les opérations s'exécutent successivement sur une seule et même prise d'essai de la solution saline.

» 1° On détermine d'abord l'hypochlorite par le procédé connu de l'arsénite de sodium, légèrement modifié; je me suis assuré que, dans les conditions de l'expérience, ce réactif n'exerce absolument aucune réduction sur le chlorate, la liqueur étant neutre ou alcaline.

» 2° On acidifie alors par l'acide sulfurique et l'on verse une quantité mesurée de sulfate ferreux, dont on titre l'excès par le permanganate de potassium. On détermine ainsi le chlorate d'après la quantité d'oxygène qu'il cède au sulfate ferreux.

» 3° Enfin, on dose le chlore total, provenant, soit du chlorure primitif, soit de la réduction de l'hypochlorite et du chlorate, par le procédé de l'azotate d'argent et du sulfocyanure d'ammonium, ce procédé permettant d'opérer dans une liqueur acide, comme celle à laquelle on est conduit par l'opération précédente.

» Connaissant directement par les deux premiers essais les proportions exactes d'hypochlorite et de chlorate, on en déduit la quantité correspondante de chlore; le dernier essai permet donc de connaître, par différence, la quantité de chlore qui existait à l'état de chlorure dans la liqueur primitive. Il n'y a aucun inconvénient à se servir ici d'un dosage par différence, parce qu'il s'applique au sel le plus abondant et le moins utile à déterminer exactement.

» Après ces indications générales, je dois donner quelques détails sur la manière d'opérer les trois dosages successifs.

» I. Le mélange d'hypochlorite, chlorate et chlorure, prélevé sur la solution de chlorure de sodium électrolysée ou sur le liquide provenant du lessivage du chlorure décolorant, est versé dans le verre à essai. On y fait aussitôt couler d'une burette graduée une dissolution titrée d'arsénite de sodium, préparée comme d'ordinaire, jusqu'à réduction complète de l'hypochlorite. Pour fixer le moment précis où la réduction est achevée, on porte, au bout de l'agitateur en verre, une goutte du liquide sur une soucoupe de porcelaine au contact d'une goutte de solution d'iodure de potassium et d'amidon préparée à l'avance (1).

» Il se produit par le mélange des deux gouttes une coloration bleue, tant qu'il reste de l'hypochlorite non réduit. Dès que le mélange cesse de se colorer, on lit le volume de la liqueur arsénieuse et l'on en conclut la proportion d'hypochlorite ou celle d'acide hypochloreux, qui l'a transformée en acide arsénique, ou enfin celle du chlore correspondant.

$$As^2O^3 + CaCl^2O^2 = As^2O^5 + CaCl^2$$

$$\text{ou } As^2O^3 + 2NaClO = As^2O^5 + 2NaCl.$$

» II. On acidifie légèrement la liqueur, qui ne renferme plus que chlorate et chlorure, par l'acide sulfurique et l'on y fait dissoudre du sulfate ferroso-ammonique en quantité au moins vingt fois égale au poids de chlorate présumé. Puis on chauffe jusque vers 100°, en ajoutant, par petites quantités à la fois, 5^cc d'acide sulfurique étendu de 15^cc d'eau; le mieux est pour cela de se servir d'un entonnoir à robinet, laissant tomber goutte à goutte la solution sulfurique. Après avoir bouché la fiole pour éviter le contact de l'air, on laisse un peu refroidir, puis on titre l'excès du sel ferreux au moyen du permanganate. Sachant la quantité de sel ferreux, qui a été introduite au début, on a, par différence, la quantité qui a été peroxydée au détriment du chlorate ramené à l'état de chorure

$$NaClO^3 + 6FeO = NaCl + 3Fe^2O^3.$$

Il est donc facile de calculer la proportion du chlorate ou celle de l'acide chlorique ou encore celle du chlore correspondant.

» III. Quant au chlore total, qui se trouve maintenant en entier à l'état de chlorure, on le dose de la façon suivante : on fait d'abord disparaître la teinte rosée produite par le permanganate, en ajoutant quelque peu de sulfate ferreux cristallisé ou dissous; puis on verse une quantité mesurée d'azotate d'argent, plus que suffisante pour précipiter tout le chlore, et l'on dose ensuite l'excès du sel d'argent au moyen de sulfocyanure d'ammonium, que l'on a titré par comparaison avec la solution de nitrate d'argent. Le sel ferrique précédemment formé par suroxydation du sel ferreux

(1) Délayer dans l'eau froide 3^gr d'amidon; porter à l'ébullition en remuant; ajouter 1^gr de carbonate de sodium et 1^gr d'iodure de potassium; étendre à 500^cc. Cette solution d'iodure est plus sensible que le papier ioduré amidonné (Frésénius).

sert d'indicateur, en produisant une coloration rouge persistante aussitôt que le sulfocyanure ne trouve plus de sel d'argent à précipiter; quant à l'acide arsénique provenant de la première opération, il ne gêne aucunement.

» Afin d'éviter l'emploi d'une trop grande quantité de nitrate d'argent, qui serait nécessaire à raison de la forte proportion de chlorure à précipiter, on pourra n'employer qu'une partie aliquote de la liqueur.

» Le chlore, qui se trouvait à l'état de chlorure dans la liqueur primitive, se calculera aisément, ainsi que je l'ai déjà dit, en retranchant du chlore total, qu'on vient de déterminer, les deux quantités déjà dosées à l'état d'hypochlorite et de chlorate.

» Les trois opérations se succèdent donc sans interruption et sans préparation distincte et sont terminées en peu de temps. Il est utile, comme toujours, de contrôler les résultats en faisant une seconde série de dosages, afin d'éviter les erreurs accidentelles.

» De nombreuses expériences m'ont permis de constater que la méthode fournit des résultats d'une grande précision. Ces expériences ont porté sur des quantités connues et très variées des trois sels pris, soit isolément, soit deux à deux, soit tous les trois ensemble. Les chlorures et les chlorates étaient pesés à l'état de pureté; quant au chlorure de chaux, de composition complexe comme toujours, il était traité par l'eau et la dissolution essayée une première fois pour hypochlorite, chlorate et chlorure, puis additionnée de quantités connues de chlorate et de chlorure alcalins pour être essayée à nouveau.

» Les écarts observés entre les résultats des essais et les nombres calculés atteignaient rarement 1^{mgr} en opérant sur 250^{mgr} à 500^{mgr}. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse d'un mélange de chlorures, de chlorates et de perchlorates.* Note de M. **Ad. Carnot.**

« Les produits de la calcination des chlorates peuvent renfermer des chlorates, des perchlorates et des chlorures : ils ne contiennent jamais d'hypochlorites; de leur côté, les produits formés à froid ou par voie humide, chlorures décolorants et hypochlorites, ne renferment jamais de perchlorates.

» L'examen de ces deux sortes de produits constitue donc deux problèmes tout à fait différents dans la pratique.

» Je vais indiquer ici le mode d'analyse des produits de voie sèche, mélanges de chlorures, chlorates et perchlorates.

» Je me suis assuré d'abord que les perchlorates ne subissent aucune réduction de la part des agents de voie humide, qui transforment si aisé-

ment les chlorates en chlorures, notamment le sulfate ferreux, cité dans la Note précédente, l'acide sulfureux ou le zinc en présence des acides.

» Dès lors, on pourra faire le dosage du *chlorate* et du *chlorure*, comme s'ils étaient seuls, par l'une des méthodes suivantes (A ou B).

» A. On prend deux parties égales de la dissolution : sur l'une, on fait directement le dosage volumétrique du chlorure, après addition d'acide azotique et de sulfate ferrique par l'azotate d'argent en excès et le sulfocyanure d'ammonium; sur l'autre, on opère la réduction du chlorate par le sulfate ferreux en solution sulfurique et l'on continue de même pour doser le chlorure total. La première opération donne le chlore du chlorure, et la seconde, par différence, le chlore du chlorate.

» B. On opère sur un seul et même échantillon de la liqueur à analyser. On fait le dosage du chlorure au moyen d'une solution titrée d'azotate d'argent versée dans la liqueur neutre après y avoir ajouté un peu d'arséniate de soude ou de potasse, comme indicateur (de préférence au chromate de potasse, qui aurait l'inconvénient d'agir sur le réducteur employé dans la suite). Puis on détermine le chlorate par addition d'acide sulfurique et de sulfate ferreux en quantité connue, comme il a été dit dans la Note précédente. On peut donc calculer séparément le chlore du chlorure et celui du chlorate.

» Quant au *perchlorate*, il faut le doser par une opération spéciale et, dans ce but, le réduire d'abord à l'état de chlorure par une opération de voie sèche, puisque la voie humide ne réussit pas.

» On arrive difficilement à obtenir, sans perte de volatilisation, la réduction complète du perchlorate dans un creuset ou dans un tube de verre, bien que ces procédés aient été recommandés. Si l'on opère dans un creuset de platine, on observe un déficit notable. Si l'on se sert d'un tube à essai, on se rend compte, par la vue du sublimé blanc qui se dépose jusqu'à l'orifice du tube, qu'il y a tout au moins grand danger de perte. Le chlorure fondu a, d'ailleurs, quelque peine à se dissoudre.

» Mais on peut éviter toute difficulté par un artifice assez simple, consistant à mêler la poudre saline à analyser avec quatre ou cinq fois son poids de sable quartzeux pur, assez fin, bien lavé et séché.

» On introduit le mélange au fond d'un creuset de platine et l'on verse par-dessus une quantité de sable suffisante pour occuper dans le creuset une hauteur de 1^{cm} ou 2^{cm}, suivant la quantité de matière à traiter. L'expérience montre que $0^{cm},25$ ou même $0^{cm},5$ d'épaisseur de la couche de sable ne préserve pas entièrement d'une perte de volatilisation, quand on opère sur $0^{gr},500$ ou 1^{gr} de matière.

» On chauffe sur le bec Bunsen pendant vingt à trente minutes, de façon que le fond seul du creuset soit porté au rouge. Le chlorate et le perchlorate se réduisent ainsi complètement et, s'il se volatilise du chlorure, il se condense aussitôt en pénétrant

dans la couche moins chaude et perméable de sable, dont la base se trouve parfois agglutinée sur plusieurs millimètres d'épaisseur.

» En reprenant par l'eau, on dissout en quelques secondes tout le chlorure; on filtre et on lave le sable avec la plus grande facilité. Enfin, dans la solution neutre, on dose le chlore au moyen d'une solution titrée d'azotate d'argent, en présence de chromate ou d'arséniate alcalin.

» Ce dosage fait connaître la proportion de *chlore total*. Celui du perchlorate se calculera donc par différence, en retranchant celui du chlorate et celui du chlorure, déjà déterminés par les opérations précédentes.

» Cinq expériences de contrôle ont donné des écarts de moins de $0^{mgr},5$. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Champomier adresse un Mémoire sur les moyens de prévenir les catastrophes dues aux ruptures de barrages de retenue d'eau.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Léauté.)

M. Aureggio adresse divers travaux, imprimés ou manuscrits, faisant suite à ses Communications précédentes sur des questions d'Hygiène ou de Chirurgie militaires.

(Renvoi au concours Montyon.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. le Dr *Charles Viry*, intitulé « Principes d'Hygiène militaire ». (Présenté par M. Lannelongue pour le concours Montyon.)

2° Un Volume de M. *A. de Lapparent* intitulé « Leçons de Géographie physique. » (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

3° Un Volume de M. *A. Petiton*, intitulé « Géologie de l'Indo-Chine », avec planches. (Renvoyé au concours Montyon.)

4° Une brochure de M. *Maurice d'Ocagne* intitulée « Note sur la machine à résoudre les équations de M. Torres ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1896 *fév.* 15), *faites à l'équatorial coudé* (0^m,32) *de l'observatoire de Lyon*, Note de M. G. **Le Cadet**, présentée par M. Tisserand.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates 1896.	Temps moyen de Paris.	✱-☄ — ✱ Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log fact. parall.	✱
	h m s	m s			h m s				
Fév. 17...	17.28.32	+0.11,80	+2′ 8″,8	10.10	19.45.35,50	$9,572_n$	+ 5°44′40″,1	0,836	1
19...	17.19.25	—0. 2,00	+0.20,8	10.10	20. 9.59,62	$9,503_n$	+13.52.24,8	0,750	2
19...	17.29.57	+0. 3,26	+2.19,1	10.10	20.10. 4,88	$9,596_n$	+13.54.23,1	0,745	2

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

✱.	Désignation.	α moy.	Réduction au jour.	δ moy.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
1.....	Anonyme (10^e)	19.45.23,94	—0,24	+ 5°42′44″,1	—12″,8	Rap. à (*a*) (9 et 18 compar.)
(*a*)...	BD + 5°.4328	19.48.51,36	»	+ 5.36.51,8	»	M_1 22199
2.....	BD + 13°.4325	20.10. 2,01	—0,39	+13.52.16,8	—12,8	Rap. à (*b*) (10 et 15 compar.)
(*b*)...	BD + 13°.4320	20. 9.23,67	»	+13.49.42,1	»	M_1 23590 + 2 M_2 9958

» *Remarques.* — Fév. 17. — Comète ronde, d'une minute de diamètre environ. Noyau central de 4″ qui s'éteint dans le crépuscule avec les étoiles de grandeur 9,8. L'intensité de la nébulosité est régulièrement décroissante du centre aux bords. On soupçonne un vague prolongement dans la direction O.-N.-O.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine* (1896, *février* 15), *faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de* 0^m,25; par M. F. **Rossard**. Note présentée par M. F. Tisserand.

Dates 1896.	Étoiles.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.
		m s		
Fév. 17....	*a* 4299 BD + 5°	+1.43,29	+13′.25″,3	9:12
17....	*b* 4295 BD + 5	+3. 0,41	+14. 5,1	18:20
21....	*c* 4129 BD + 23	+1.53,67	— 4.41,0	18:20
21....	*d* 4121 BD + 23	+2.55,77	+ 0.59,7	18:20
21....	*e* 4124 BD + 23	+3. 5,42	— 7.38,5	6:8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1896.		Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Fév. 17...	*a*	19ʰ43ᵐ48ˢ,79	—0ˢ,23	+ 5°29′22″,3	—12″,9	½(5028 Gött. 1860 + Munich₁ 21886)
17...	*b*	19.42.38,77	—0,23	+ 5.31.33,8	—12,9	½(5020 Gött. 1860 + Munich₁ 21817)
21...	*c*	20.40. 1,47	—0,63	+23.14.53,2	—11,9	½(Weisse₂ 1293 + Berlin 7905)
21...	*d*	20.38.59,45	—0,63	+23. 9.13,5	—11,9	½(Weisse₂ 1260-1 + Berlin 7892)
21...	*e*	20.39.14,19	—0,63	+23.24.57,9	—11,9	½(Weisse₂ 1268-9 + Berlin 7894)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896.	★.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Fév. 17....	*a*	17ʰ15ᵐ50ˢ	19ʰ45ᵐ31ˢ,85	$\bar{1},606_n$	+ 5°42′34″,7	0,765
17....	*b*	17.32. 6	19.45.38,95	$\bar{1},594_n$	+ 5.45.26,0	0,761
21....	*c*	17.12. 8	20.41.54,51	$\bar{1},662_n$	+23.10. 0,3	0,715
21....	*d*	17.12. 8	20.41.54,59	$\bar{1},662_n$	+23.10. 1,3	0,715
21....	*e*	17.44.10	20.42.18,98	$\bar{1},648_n$	+23.17. 7,5	0,686

PHYSIQUE. — *Sur la production des silhouettes de M.* Röntgen. Extrait d'une lettre de M. **Ch.-V. Zenger** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Prague, le 17 février 1896.

» Dans l'extrait de ma Note sur les silhouettes de M. Röntgen, qui a été inséré aux *Comptes rendus,* on a omis d'indiquer que les épreuves si bien réussies, adressées par moi, avaient été obtenues au laboratoire de l'École polytechnique slave de Prague, du 11 au 22 janvier. Elles ont été faites par M. Domalip, professeur d'électro-technique à cette École, en collaboration avec le préparateur de Physique, M. Brozet.

» Ce qui me paraît intéressant, c'est que M. Domalip a obtenu des images électriques (de Trouvelot) sur la plaque, au moyen de plaques de cuivre jaune et rouge, de zinc, de plomb, d'acier. C'est la preuve, selon moi, qu'il n'y a là qu'un phénomène d'induction électrique produisant la phosphorescence de la gélatine et en même temps la décharge électrique dans la gélatine; enfin, la fluorescence de l'air ambiant, comme dans le cas de la décharge en aigrettes (décharge sombre) de l'électricité. A mon

sens, ce sont ces trois agents qui déterminent la décomposition des sels d'argent dans la couche sensible : il n'y a pas de rayonnement spécial, de rayons X ou de lumière noire, etc.

» Au surplus, on obtient une action plus rapide avec des plaques orthochromatiques à l'éosine, ou avec des plaques lavées avec une solution de sulfate de quinine; toutes ces substances, qui peuvent transformer le mouvement électrique en mouvement ondulatoire, c'est-à-dire produire la fluorescence et la phosphorescence, contribuent beaucoup à la production des images. »

PHYSIQUE. — *Sur l'action des rayons* X *sur le diamant*. Note de MM. **Abel Buguet** et **Albert Gascard**, présentée par M. H. Moissan.

« La transparence des différentes variétés du carbone et de la plupart de ses combinaisons non métalliques, établie par M. Röntgen, puis par les expérimentateurs qui ont étudié les rayons X, peut servir à différencier nettement le diamant de ses imitations, faites de substances de grande opacité.

» Les épreuves que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie portent les silhouettes juxtaposées de diamants authentiques et d'imitations libres ou montés. Les poses longues arrivent bientôt à faire disparaître complètement les silhouettes des diamants vrais, lorsque les faux continuent à se comporter comme des corps opaques. Le même procédé nous a permis aussi de différencier le *jais* naturel de ses imitations minérales.

» A côté de ce procédé *graphique*, nous avons éprouvé un procédé optique où nous utilisons la fluorescence étudiée par M. Röntgen. Le diamant et le jais, interposés entre le tube de Crookes et une feuille de papier couverte d'une matière fluorescente (platinocyanure de baryum, par exemple), projettent sur celle-ci des ombres plus claires que celles qui se montrent derrière les imitations disposées au voisinage.

» Voilà deux méthodes d'expertise très sûres : la méthode *graphique* laisse un document irréfutable; la méthode *optique* est instantanée. Elles entreront aisément dans la pratique, car la pierre précieuse pourra être éprouvée même dans sa monture, et sans courir aucun risque (1). »

---

(1) Ces expériences ont été obtenues au cabinet de Physique de l'École des Sciences de Rouen, à l'aide d'un tube, malheureusement bien médiocre, qui oblige à des poses

PHYSIQUE. — *Sur la cause de l'invisibilité des rayons de Röntgen.* Note de MM. **Dariex** et **de Rochas**, présentée par M. A. Cornu. (Extrait.)

« Les expériences suivantes ont eu pour but de rechercher quel peut être le degré de perméabilité des milieux transparents de l'œil (cornée, humeur aqueuse, cristallin, corps vitré) par les rayons de Röntgen, et si ces milieux, parmi lesquels le cristallin est une véritable lentille, dont l'indice de réfraction (1,44 à 1,45) est voisin de celui du verre (1,52), n'opposeraient pas, comme lui, une grande résistance au passage de ces rayons. Cela expliquerait pourquoi ils nous sont invisibles.

» *Première série d'expériences.* — Dans la première série, les rayons X ont été produits avec une machine de Wimshurst, dont les plateaux ont 36^{cm} de diamètre.

» Par des expériences antérieures, on avait constaté qu'avec cette machine on peut photographier les corps qui interceptent les rayons X; on avait obtenu la photographie très nette d'une clef enfermée dans une boîte en bois. Un tube de Crookes était suspendu verticalement, par la cathode, à la branche négative de la machine électrique; la branche positive était reliée à l'anode. Les rayons cathodiques venaient frapper l'extrémité inférieure du tube.

» Les expériences ont porté sur des yeux frais de porc, dont le volume est sensiblement égal au volume de l'œil humain.

» On a d'abord constaté qu'après vingt minutes de pose sur une plaque photographique entourée de quatre feuilles de papier noir, l'œil, dont la cornée était presque en contact avec l'extrémité inférieure du tube, n'a laissé se produire qu'un halo à la périphérie de la plaque et s'est comporté, pour les rayons X, comme un écran opaque.

» Dans un autre essai, on a placé, sur la même plaque, l'une des branches d'une petite paire de ciseaux à strabisme, un cristallin, un morceau de muscle de même épaisseur que le cristallin, une cornée et une plaquette de bois. Après vingt minutes de pose, les résultats obtenus ont montré que la branche de ciseaux est très opaque, le cristallin l'est un peu moins, le muscle l'est à peu près comme le cristallin, la cornée l'est moins que le cristallin et le bois beaucoup moins que la cornée....

» *Deuxième série d'expériences.* — L'insuffisance de l'intensité des rayons obtenus avec cette machine électrique ne permettait pas une comparaison assez précise entre la perméabilité des milieux transparents de l'œil et celle des autres tissus organiques, notamment ceux de la main.

» On a employé alors une bobine d'induction, actionnée par deux accumulateurs. Sur la plaque recouverte par cinq feuilles de fort papier noir, on disposa un œil frais de porc, dont les membranes, comprenant la sclérotique, la choroïde et la rétine,

---

très longues, inférieur même à deux lampes à incandescence qui nous avaient permis, au début, quelques essais plus rapides.

avaient été enlevées au pôle postérieur, sur une étendue de 8^{mm} à 10^{mm}, de manière que les rayons X n'eussent plus à traverser que les milieux transparents de l'œil, et que la plaque sensible se trouvât (sauf l'interposition du papier) dans les mêmes conditions que la rétine dont elle occupe la place. Cet œil, ainsi préparé et au travers duquel on pouvait voir les objets placés derrière lui, fut disposé sur la plaque photographique, dans un triangle formé, sur deux côtés, par le médius et l'annulaire de l'un des expérimentateurs qui porte une bague; le troisième côté du triangle était formé par un rectangle de bois, destiné à fixer l'écartement des doigts, et dont la hauteur était d'environ 15^{mm}.

» La plaque ainsi recouverte fut posée sur un support à 8^{cm} environ de l'extrémité inférieure du tube et disposée de telle manière que l'œil reçût directement le maximum de rayons. Au bout d'une demi-heure de pose, on obtient le cliché que nous soumettons à l'Académie.

» On peut y constater que l'œil, bien qu'il ait été exposé aux rayons X, plus directement que les doigts, paraît plus opaque que les muscles, mais moins opaque que les os et l'anneau d'or. Un examen attentif permet de reconnaître, en outre, au centre de l'image projetée par le globe oculaire, un cercle plus noir, qui semble indiquer une opacité plus grande de la portion axiale de l'œil, précisément celle qui est transparente pour nos regards.

» De tout ce qui précède, il résulte que les milieux transparents de l'œil, qui se laissent traverser d'une façon si parfaite et instantanément par les rayons dits lumineux, se sont montrés très peu perméables pour les rayons X, malgré une action prolongée pendant une demi-heure. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons de Röntgen*. Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart (Extrait).

« .... Les rayons actifs n'émanent pas directement de la cathode : ils semblent provenir de la partie du verre rendue fluorescente sous l'influence de l'électrode; on produit en effet l'impression photographique en mettant la plaque sur le côté du tube, de façon qu'elle reçoive le rayonnement de la calotte de verre, et en interposant un mur de briques sur le trajet des rayons qui pourraient venir directement de l'électrode.

» .... J'ai obtenu des photographies très énergiques avec des poses de moins d'une minute; un des clichés a été obtenu à travers cinq épaisseurs de papier noir, avec une pose de quatre secondes. Il faut, pour cela, surveiller la marche de la bobine, agir constamment sur le trembleur pour maintenir la fluorescence à son plus haut degré, en se guidant aussi sur la lumière violacée pâle qui apparaît par moments dans la longueur du tube.... »

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés des rayons X de* M. Röntgen. Note de M. **H. Dufour**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Nous avons étudié l'action des rayons X sur les corps électrisés.

» Une lame d'aluminium, collée sur une plaque carrée d'ébonite, est fixée à l'extrémité d'une tige isolante. Le tout est enfermé dans une caisse en métal communiquant avec le sol; la lame d'aluminium est reliée à un électromètre gradué jusqu'à 1500 volts. Les radiations émanant d'un tube de Crookes agissent, par une fenêtre percée dans la caisse de métal, sur la feuille d'aluminium.

» On constate que les radiations émises par le tube déchargent la feuille d'aluminium électrisée négativement; qu'il en est de même avec une feuille d'or électrisée; que cet effet se manifeste aussi, peut-être d'une façon moins intense, lorsque les feuilles sont électrisées positivement.

» En plaçant devant la fenêtre des écrans divers, on peut mesurer l'absorption qu'ils exercent sur les radiations qui émanent du tube et faire ainsi, par un procédé plus commode que l'emploi de substances fluorescentes, une *photométrie relative* des rayons X.

» Nous avons constaté : que les phénomènes de fluorescence se produisent, non seulement devant la face du verre opposée à la cathode, mais aussi devant l'anode et plus ou moins sur toute la surface du verre ; que la fluorescence de la lame de papier couverte de platinocyanure de baryum augmente, lorsqu'on approche les doigts ou mieux un corps métallique de cette bande (le tube de Crookes était enfermé dans une caisse de sapin à parois de 1^{cm} d'épaisseur).

» Lorsque le tube agit énergiquement, les doigts promenés sur le bois de la caisse deviennent lumineux au point de contact. Si l'on interpose entre la caisse et la lame fluorescente le doigt ou un objet, surtout métallique, l'ombre de cet objet se dessine en sombre sur la fluorescence générale de la bande, comme dans les photographies ordinaires produites par les rayons Röntgen.

» Or une radiation d'une source lumineuse ne varie pas d'intensité par le fait de la présence ou de l'absence du corps qu'elle éclaire; ici, il n'en est pas de même : la présence des corps conducteurs facilite l'émission des radiations du tube de Crookes; on se trouve en présence d'un phénomène analogue à l'*effluve* électrique, et il semble que les actions photographiques

produites sont bien dues à l'existence d'une effluve de ce genre, *très homogène et très divisée*, mais dont l'existence se manifeste par ses propriétés électriques.

» Ainsi, des tubes de Geissler très petits et très sensibles s'illuminent là où les rayons X impressionnent la plaque photographique.

» Les écrans métalliques qui protègent la plaque photographique contre les radiations Röntgen arrêtent également leur action électrique sur les tubes de Geissler. De ces faits, nous concluons que :

» *Les radiations actiniques qui émanent de la surface des tubes de Crookes et agissent à travers des corps opaques (optiquement) sur une plaque photographique, paraissent avoir une origine électrique ; elles constituent un phénomène analogue à l'effluve électrique et agissent comme elle sur une plaque photographique.*

» La perméabilité des corps pour les radiations émanant des tubes de Crookes varie avec leur constante diélectrique et leur conductibilité électrique ; *elle paraît être sans relations avec leurs propriétés optiques.* »

PHYSIQUE. — *Sur l'émission des rayons de Röntgen, par un tube contenant une matière fluorescente.* Note de M. **Piltchikof**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que les rayons de Röntgen, émis par un tube de Crookes, permettent de faire une photographie en vingt ou trente minutes, à condition de se servir d'une assez forte bobine d'induction. C'est une expérience assez longue, qu'il est utile de pouvoir abréger.

» Les rayons efficaces semblent partir des portions du verre qui deviennent fluorescentes. J'ai pensé qu'on obtiendrait des effets plus puissants en remplaçant le verre par une substance plus fluorescente. J'ai donc employé un tube de Puluj, et en effet j'ai trouvé que la durée de la pose était singulièrement abrégée. Une petite machine de Voss, avec un de ces tubes, remplace la bobine avec le tube de Crookes ordinaire. En employant une bobine, puis le dispositif de Tesla, on fait descendre la durée de pose à quelques minutes, puis à 30 secondes. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés de la lumière noire.* Note de M. **Gustave Le Bon.**

« La lumière noire semblant se composer, comme je l'ai indiqué, d'un spectre de radiations fort différentes, le terme de *lumière noire* doit être considéré comme s'appliquant à toutes les radiations invisibles pour l'œil mais visibles pour la plaque photographique ou pour un instrument quelconque. Les rayons de Röntgen rentrent ainsi dans le cycle de la lumière noire.

» Les substances organiques, en général, sont très bien traversées par les rayons cathodiques, et assez mal par la lumière noire. Il en résulte qu'on ne peut photographier, avec les rayons cathodiques, que les os du corps, puisque toutes les autres parties sont aussi transparentes pour ces rayons que le serait du cristal pour la lumière solaire. La lumière noire traversant difficilement et inégalement les corps organisés, on pourra arriver peut-être à photographier les couches successives de certains tissus. J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie des photographies de grenouilles faites à la lumière noire. Elles ne montrent encore que des parties de l'animal peu profondes. Elles ont été faites dans un châssis ordinaire, entre une lame de cuivre rouge poli et une feuille de plomb, le tout exposé à la lumière du jour. L'interposition d'une lame de verre entre la glace sensible et l'animal n'empêche pas la formation de l'image, mais lui fait beaucoup perdre de sa netteté, ainsi que cela se produirait d'ailleurs pour la reproduction d'un cliché quelconque.

» J'ajouterai, d'après mes dernières recherches, que certains êtres organisés paraissent jouir de la propriété d'émettre dans l'obscurité des radiations de lumière noire susceptibles d'impressionner les plaques photographiques. Je soumets à l'Académie une photographie d'une grenouille reproduite en pleine obscurité, simplement en la posant pendant deux heures sur une plaque sensible dans un châssis. Les parties reproduites diffèrent cependant de celles obtenues dans l'expérience précédente.

» Tous les corps organisés ne peuvent se reproduire ainsi. La main humaine vivante, posée pendant une heure et demie sur une plaque sensible dans l'obscurité, ne donne aucune trace d'image si elle a été parfaitement nettoyée.

» On pourrait objecter à l'expérience de la reproduction de la grenouille dans l'obscurité que la réduction des sels d'argent constituant l'image provient des composés chimiques contenus dans le liquide visqueux dont est recouvert l'animal; et, en effet, l'interposition d'une lame de verre entre la plaque sensible et le corps de la grenouille empêche l'image. Cependant elle se forme encore si, par une immersion de l'animal dans de l'alcool à 90°, pendant quelques heures on détruit la matière visqueuse. Je ne saurais donc me prononcer définitivement encore sur l'interprétation exacte des résultats de cette expérience.

» Il ne paraît exister aucune analogie entre les phénomènes que je viens de décrire et ceux qu'on a qualifiés de lumière condensée. De nombreuses expériences m'ont prouvé que la plupart des corps ne jouissent pas de la propriété d'impressionner les plaques sensibles dans l'obscurité. »

PHYSIQUE. — *A propos de la photographie à travers les corps opaques.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. Lippmann.

« Les Communications faites dans les dernières séances de l'Académie par divers auteurs, concernant la possibilité d'obtenir des images photographiques à travers des lames de métal, n'ont pas paru, *a priori*, s'accorder avec les observations que nous avions faites antérieurement sur ce même sujet. Dans nos salles de préparation et de manipulations des plaques photographiques, nous avons, en divers points, des parois métalliques sur lesquelles le Soleil envoie ses rayons pendant des journées entières, et nous n'avons jamais constaté la moindre trace de pénétration de radiations actives dans ces conditions; il nous a paru intéressant, devant cette discordance, de reprendre les expériences instituées par M. Le Bon. En nous mettant à l'abri de toutes causes d'erreur, croyons-nous, il ne nous a été possible, dans aucun cas, de reproduire les effets que cet auteur a obtenus.

» Nous avons pris des feuilles métalliques très minces : feuilles d'aluminium de $\frac{7}{100}$ de millimètre d'épaisseur, de cuivre de $\frac{5}{100}$ et de $\frac{16}{100}$, tôle de fer de $\frac{20}{100}$, laiton de $\frac{35}{100}$, etc.; après avoir découpé, dans du papier noir très opaque, des fenêtres un peu plus petites que les feuilles de métal employées, nous avons collé ces fenêtres sur les bords des feuilles métalliques et superposé ainsi quatre papiers-fenêtres, fixés sur les deux faces de la lame métallique. Ayant ensuite placé, dans le laboratoire obscur, une plaque photographique en contact avec le métal, on a replié successivement les

quatre feuilles de papier, de façon à former quatre enveloppes avec une ouverture commune fermée par la plaque métallique seule.

» En exposant ainsi au soleil, à la lumière électrique et à d'autres sources artificielles, il n'a jamais été possible d'obtenir une impression, si faible qu'elle fût.

» Nous avons répété également l'expérience de la plaque de cuivre et de la plaque de plomb, mais en prenant les mêmes précautions pour éviter la pénétration de la lumière par les tranches et les fissures des châssis, en évitant toute diffusion, à l'aide du dispositif indiqué plus haut, et, là encore, nous n'avons pu constater aucune pénétration de radiations susceptibles d'agir sur le bromure d'argent.

» Pendant l'exposition au soleil d'une plaque placée sous une lame métallique, comme nous l'avons indiqué plus haut, il est arrivé que le papier noir fixé sur les bords de la lame s'est très légèrement décollé en un point, et nous avons alors trouvé une réduction au développement; il a suffi, d'ailleurs, de coller de nouveau le papier avec soin pour supprimer toute action ultérieure.

» Lorsqu'on remarque l'extrême facilité avec laquelle on modifie le sel haloïde d'argent des plaques photographiques, non seulement sous l'influence de la lumière, mais encore sous l'action d'un grand nombre d'agents physiques ou chimiques, on comprend combien il est difficile de tirer des conclusions d'expériences basées sur ces modifications.

» Une pression exercée sur une plaque photographique donne une trace qui peut être intense au développement. Le contact d'un grand nombre de corps suffit pour déterminer la réduction du bromure d'argent.

» La mauvaise fermeture des châssis photographiques, les réflexions successives des quelques radiations qui peuvent pénétrer dans ce châssis par suite de son défaut d'étanchéité, sont encore des causes d'erreur fréquentes, dans les expériences du genre de celles qui nous occupent.

» En évitant la pression des objets, leur contact intime avec la couche sensible, en se mettant à l'abri des rayons lumineux proprement dits, ainsi que des rayons calorifiques, nous n'avons jamais pu constater d'impression au travers de feuilles métalliques minces, et nos expériences tendent à montrer que les sources lumineuses diverses, Soleil, arc électrique, bec Auer, lampe à pétrole, n'émettent pas de radiations traversant ces feuilles métalliques et susceptibles d'agir d'une façon appréciable sur les préparations photographiques.

» En prenant les mêmes précautions, nous n'avons pas trouvé trace de rayons X dans ces sources lumineuses.

» Nous croyons pouvoir conclure des nombreux essais que nous avons faits que la *lumière noire*, dont il a été plusieurs fois question dans les *Comptes rendus*, ne serait que de la *lumière blanche*, à l'abri de laquelle on ne serait pas placé d'une façon suffisamment rigoureuse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés des métaux retirés de leurs amalgames*. Note de M. **Guntz**, présentée par M. Troost.

« L'étude de l'abaissement de tension de vapeur des liquides par dissolution de substances solides permet, comme on le sait depuis les travaux de M. Raoult, de connaître la constitution du corps dissous, c'est-à-dire l'état d'agrégation de ses molécules aux températures où l'on opère, état qui n'est pas toujours le même que celui donné par la méthode cryoscopique.

» Si l'on étudie, par cette méthode, les métaux dissous dans le mercure, on trouve, d'après M. Ramsay (¹), qu'à la température d'ébullition du mercure, les métaux étudiés ont en général un poids moléculaire égal à leur poids atomique, ce qui indique que leurs molécules sont dissociées et se trouvent à l'état d'atomes dans le mercure.

» L'étude des forces électromotrices des amalgames (²) vient confirmer ce résultat; donc, à la température ordinaire comme à 350°, les métaux dissous dans le mercure sont à l'état atomique.

» Si nous enlevons le mercure à basse température par distillation de l'amalgame dans le vide, la désagrégation de la molécule produite par le mercure peut subsister et alors le résidu sera le métal à l'état atomique, ou bien il y a une polymérisation partielle, dont la grandeur dépend du métal et des conditions de préparation.

» C'est là l'explication de l'énergie des réactions des métaux retirés de leurs amalgames, énergie ne dérivant pas de la plus grande division du métal, mais bien de son état chimique.

» J'ai montré (³) que les propriétés du manganèse, retiré à basse tempé-

(¹) *Journal chemical Society*, p. 521; 1889.
(²) G. Meyer, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. VII, p. 477.
(³) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 115; 1892.

rature de son amalgame, étaient bien plus énergiques que lorsqu'il provient du métal fondu et pulvérisé; c'est ainsi qu'il brûle facilement dans l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'acide sulfureux, le chlorure de bore : si notre hypothèse est vraie, la chaleur d'oxydation de ce manganèse doit être plus considérable que celle du produit fondu et c'est ce que nous avons vérifié, M. Ferée et moi. Nous avons trouvé, en effet, que le manganèse pyrophorique préparé à basse température

Mn pyrophorique + O = MnO précipité.......... $+98^{Cal},6$.

» Le manganèse précédent, calciné au rouge sombre dans le vide, n'est plus pyrophorique, il a une chaleur d'oxydation moins grande :

Mn non pyrophorique + O = MnO précipité..... $+98^{Cal},2$.

» Thomsen avait trouvé, en partant du manganèse fondu,

Mn fondu + O = MnO précipité................ $+94^{Cal},8$.

Ce qui donne, pour la polymérisation du manganèse,

Mn pyrophorique = Mn fondu.................. $+3^{Cal},8$.

» Ce fait présente une grande importance pour la statique chimique, car il est bien évident que, dans les réactions, le nombre déterminant le sens de la réaction est celui correspondant à l'état du métal, tel qu'il se trouve dans les sels, c'est-à-dire à l'état atomique.

» Les métaux fondus, tels que nous les connaissons, sont donc probablement constitués par des molécules très condensées, formées avec dégagement de chaleur depuis leur état atomique, et c'est ce qui fait que les propriétés de ces métaux ne répondent pas à leurs constantes thermiques. C'est ainsi que le manganèse, dont la chaleur d'oxydation ($98^{Cal},6$) est voisine de celle des métaux alcalins, est cependant peu altérable à l'air lorsqu'il est fondu. Ce n'est que lorsqu'il est à l'état atomique, ou à un état de polymérisation peu avancé, que ses réactions ont une intensité correspondant à la grandeur des chaleurs dégagées. Le travail préliminaire nécessaire pour dépolymériser les métaux, et les amener sous une forme où ils puissent réagir, est souvent un obstacle aux réactions qui devraient se produire d'après les chaleurs dégagées.

» Ces considérations expliquent le fait général de l'activité chimique des métaux retirés de leurs amalgames à basse température : c'est ainsi que d'après M. Férée nous savons que le chrome, métal inaltérable à l'air

lorsqu'il a été fondu, est un métal extrêmement actif lorsqu'il est retiré de son amalgame, que le molybdène préparé de la même manière est également pyrophorique.

» C'est à une cause semblable qu'on doit attribuer l'obtention des métaux pyrophoriques par réduction des oxydes à basse température, mais ce fait est moins général, à cause de la difficulté de réduction d'un grand nombre d'oxydes.

» Je compte, en raison de l'importance de ces nombres pour la statique chimique, essayer la détermination des chaleurs de polymérisation de divers métaux retirés de leurs amalgames et en particulier de celle du fer [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques composés hydrogénés sur le chlorure de sulfuryle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« L'hydrogène sulfuré sec réagit à froid sur le chlorure de sulfuryle SO^2Cl^2 et si l'on abandonne à la température ordinaire (10° environ) des tubes scellés contenant le chlorure, saturé au préalable par de l'hydrogène sulfuré, au sein d'un mélange réfrigérant, on voit la teinte du liquide, d'abord incolore, passer peu à peu, dans l'espace de quelques jours, au jaune d'or et du soufre se déposer. A l'ouverture des tubes, il se dégage des gaz chlorhydrique et sulfureux, de sorte que la réaction principale peut se formuler : $SO^2Cl^2 + H^2S = 2HCl + SO^2 + S$; mais on constate en même temps la production de chlorure de soufre S^2Cl^2 et la proportion de ce dernier corps augmente avec la température à laquelle on a effectué la réaction; l'équation suivante rend compte de la formation du chlorure S^2Cl^2 : $SO^2Cl^2 + 2H^2S = 2H^2O + S^2Cl^2 + S$. La production simultanée d'eau est manifeste, car, si la réaction a lieu à froid, on voit nager à la surface du liquide des vésicules sphéroïdales aqueuses, qui se maintiennent longtemps en cet état; l'eau réagit en effet, très lentement à froid, sur le chlorure de sulfuryle.

» Le gaz bromhydrique sec réagit sur SO^2Cl^2 et, soit que l'on opère en chauffant doucement au bain-marie ou à la température ordinaire (10° environ) en abandonnant en tubes scellés du gaz bromhydrique dissous dans du chlorure de sulfuryle, ou que l'on effectue la même réaction à 0°, il n'y

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

a que la vitesse de la réaction qui est différente et le résultat est toujours le même : mise en liberté de brome et dégagement de SO^2. Quant au liquide restant, distillé au bain-marie (température d'ébullition de $SO^2Cl^2 = 70°$) ou distillé dans le vide (passe entre 20° et 30°) ou même vaporisé dans le vide à froid, il ne laisse aucun résidu, si ce n'est parfois une gouttelette d'un liquide qui paraît être du bromure de soufre, car il se décompose au contact de l'eau avec mise en liberté de soufre, ce qui n'aurait pas lieu avec un dérivé bromé de SO^2Cl^2. Cependant Odling a décrit (*Quarterly Journal of the Chemical Society of London*, 1854) le bromure de sulfuryle sous forme d'aiguilles blanches, volatiles, qui se produiraient quand on expose au soleil un mélange de SO^2 et Br; mais je ne sais pas si l'analyse de ce corps a été faite. Sestini (*Bulletin de la Société chimique*, t. X, p. 226) n'a pas constaté de changement de teinte de SO^2 liquide, additionné de brome, en tubes scellés au soleil. J'ai répété au soleil la réaction de HBr sur SO^2Cl^2, mais j'ai pu seulement constater que le soleil activait la mise en liberté de brome; un tube scellé renfermant HBr dissous dans SO^2Cl^2, est resté pendant plus d'un an tantôt au soleil, tantôt à la lumière diffuse; le liquide, qui s'était coloré par du brome libre dès les premiers temps, est resté coloré depuis lors, bien qu'une quantité équivalente de SO^2 se trouvât en présence ($SO^2Cl^2 + 2HBr = SO^2 + Br^2 + 2HCl$), et le liquide vaporisé à froid dans le vide n'a laissé aucun résidu. Il résulte de cet ensemble de faits, que l'existence d'un chlorobromure ou d'un bromure de sulfuryle me paraît très douteuse.

» L'acide iodhydrique sec réagit énergiquement sur le chlorure de sulfuryle au sein d'un mélange réfrigérant (glace et sel marin) ; il y a mise en liberté d'iode et dégagement de SO^2 et HCl,

$$SO^2Cl^2 + 2HI = 2HCl + SO^2 + 2I.$$

» C'est là la réaction principale, mais en même temps HI agit comme réducteur, car si l'on sublime le magma solide d'iode qui s'est formé, on constate qu'il renferme une quantité notable de soufre,

$$SO^2Cl^2 + 6HI = 6I + 2HCl + 2H^2O + S.$$

» L'hydrogène phosphoré sec réagit à froid sur SO^2Cl^2, avec dégagement de HCl et formation d'un précipité jaune rougeâtre ; celui-ci, chauffé dans le vide vers 200°, donne un sublimé cristallin jaune que l'analyse a identifié avec le sulfure P^4S^3, et il reste, comme résidu de cette opération, des écailles rouge-brique clair, qui ne donnent de sublimé qu'au-dessus

de 300° dans le vide, et c'est alors du phosphore qui se volatilise; l'analyse a montré que ces écailles renfermaient 4 à 5 pour 100 de soufre et le reste de phosphore, et doivent donc être considérées comme du phosphore rouge, retenant un peu de sulfure P^4S^3.

» Le liquide, au sein duquel s'est effectué le dépôt dont il vient d'être question, laisse passer, à la distillation, un excès de chlorure de sulfuryle, puis du chlorure de phosphoryle $POCl^3$, et il reste un résidu huileux qui, débarrassé de traces de composés volatils à 100° dans le vide, puis repris par l'eau, présente les caractères de l'acide phosphoreux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le rendement des diverses essences de bois en charbon, alcool méthylique et acide acétique*. Note de M. **Ernest Barillot**, présentée par M. Troost.

« Dans les divers travaux publiés sur la distillation des bois, on s'est, jusqu'ici, bien peu préoccupé d'indiquer les rendements produits par la carbonisation en vase clos, dans les conditions rationnelles que l'on doit aujourd'hui adopter. Dans le but d'obtenir ces données, au plus haut point utiles à l'industrie de la distillation des bois, j'ai établi deux séries d'expériences, l'une en petit, l'autre en grand.

» *Expériences de laboratoire*. — Dans une petite cornue à carboniser le bois, on empile environ $\frac{1}{2}$ stère des diverses essences à comparer.

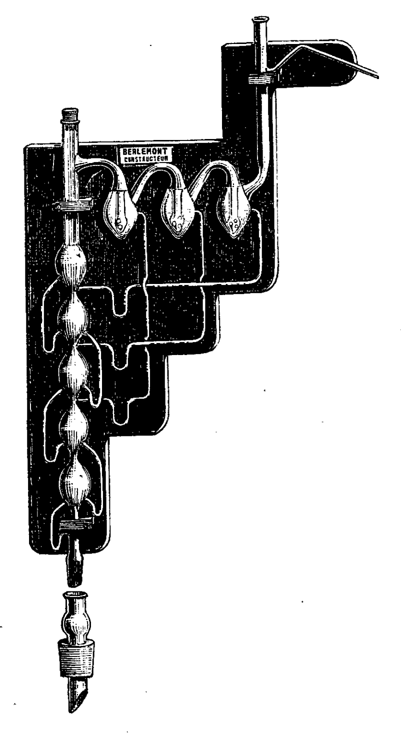
» Cette cornue est reliée par un tube de dégagement à un réfrigérant. Les produits de la distillation, condensés et portant le nom de *pyroligneux*, sont recueillis dans une bonbonne tarée.

» Le gaz produit par la distillation est aspiré par un petit *exhausteur à hélice* de forme spéciale et dirigé dans une colonne de lavage; là, il traverse une couche de coke, sur laquelle coule, en sens inverse de son arrivée, un mince filet d'eau froide. Cette eau absorbe la plus grande partie de l'acide, l'alcool et l'acétone qu'il a pu entraîner; elle est recueillie dans une bonbonne pour être analysée à part; on connaît ainsi la proportion de produits utilisables que l'on perd communément dans les usines.

» L'alcool est dosé par distillation, après avoir saturé l'acidité par un lait de chaux. Après avoir distillé, suivant les indications de Gay-Lussac, 50 pour 100 du volume total, afin d'obtenir tout l'alcool du liquide initial, on distille de nouveau ce liquide (*distillatum*) après l'avoir légèrement acidifié par l'acide sulfurique, on recueille de nouveau 50 pour 100 du liquide mis dans la cucurbite, puis enfin on rectifie le distillatum sur un excès de chaux.

» Cette rectification peut être faite au moyen de tubes Le Bel-Henninger à 7-10

boules ou mieux avec notre rectificateur [1] adapté sur un petit alambic en cuivre de 5^{lit} à 6^{lit}. On obtient ainsi l'alcool méthylique à 96°-98°, blanc et contenant tout l'acétone formé dans la distillation du bois.



» Cet alcool brut, contenant tous les principes alcooliques, éthérés et acétoniques du bois, est pesé à l'alcoomètre légal à 15° réels, et ramené par le calcul à l'alcool 100 pour 100. C'est, en réalité, du *méthylène* ou *esprit-de-bois à* 100 *pour* 100.

» C'est ainsi qu'il est compté dans les Tableaux de rendement ci-indiqués.

» *L'acide est dosé comme il suit :* On prélève 10^{cc} de pyroligneux brut, rendu bien homogène par agitation, on le dilue dans un vase à saturation dans 100^{cc} d'eau, on ajoute 1^{cc} à 2^{cc} de solution de phtaléine du phénol à 10 pour 100, et l'on titre avec la liqueur normale sodique; on obtient, en multipliant le nombre de centimètres cubes de liqueur normale par 0,06, le titre acétique d'où l'on déduit la quantité d'acide acétique obtenue.

» Évidemment, dans ce liquide brut, dit *pyroligneux,* on titre d'autres éléments acides que l'acide acétique ($CH^3.CO^2H$); mais, pour la comparaison, nous ramenons toute l'acidité.

» Il est évident aussi qu'en fabrication, soit de l'acétate de chaux, soit de l'acétate

---

(1) E. Barillot, *Sur un nouvel appareil rectificateur à analyseurs et à plateaux rétrogradateurs* (*Bull. Soc. chim.*, t. XI-XII, octobre 1894).

de soude, une partie de cette acidité, et surtout celle qui n'est pas acétique, disparaîtra.

» D'autres essais, indiqués plus loin, sont rapportés à l'acétate de chaux.

» Dans le Tableau suivant, qui rend compte des rendements comparatifs, les rendements sont rapportés à 100kg de bois : en kilogrammes pour l'acide acétique, en litres pour le méthylène à 100 pour 100.

Produits dosés.	Nature des essences de bois.						
	$\frac{1}{3}$ Pelard Chêne, Charme, Hêtre.	Bouleau, Saule, Tremble.	Vieux Chêne.	Tremblée $\frac{1}{2}$, Saulée $\frac{1}{2}$.	Chêne sec fendu.	Bouleau rond.	Bouleau fendu.
Acide acétique (en kilogr. °/₀).	5,90	4,54	3,75	4,42	3,72	5	4,90
Méthylène (en litres).......	2,15	1,50	1,46	1,69	1,37	1,30	1,27
Charbon (en kilogr.)........	23	22	24	22	22,5	20,62	22,2

Produits dosés.	Nature des essences de bois.							
	Moulée ronde.	Moulée fendue.	Hêtre gros rond.	Hêtre gros fendu.	Charme gros rond.	Charme gros fendu.	Sciure de chêne.	Déchets de scierie de chêne.
Acide acétique (en kilogr. °/₀).	6,40	6,15	4,18	5,71	5	6,24	1,31	4,31
Méthylène (en litres).......	1,95	1,95	1,39	1,76	1,41	1,38	0,38	0,93
Charbon (en kilogr.)........	26	26	23,0	24,30	24,5	25	20	24

» La conclusion de cette première partie de nos recherches est qu'il existe de notables différences entre les rendements en alcool des différents bois, et que l'on doit préférer, par ordre décroissant : le mélange pelard hêtre et charme, la moulée ronde ou fendue, le hêtre fendu.

» Au point de vue de la production du charbon, les bois blancs doivent être rejetés ; avec de grandes précautions et des dispositifs spéciaux, on s'en sert pour la fabrication de la poudre.

» Il faut aussi ajouter que, pour obtenir ces rendements, que je considère comme *maxima*, il faut distiller très lentement et très régulièrement.

» Dans la seconde partie de ce travail, nous avons répété la plupart de ces expériences préliminaires, mais en opérant industriellement dans les cylindres-cornues qui servent généralement à la distillation du bois en vase clos. »

CHIMIE. — *Sur la température des étincelles produites par l'uranium.* Note de M. **Chesneau**, présentée par M. Ad. Carnot.

« Dans ses belles expériences sur l'uranium préparé au moyen du four électrique, M. Moissan a montré qu'un lingot de ce métal, affiné ou car-

buré, produit facilement, sous le choc d'un corps dur, des étincelles très brillantes et très volumineuses. Ces étincelles sont dues à la combustion dans l'air des particules d'uranium détachées du lingot et assez échauffées par le choc ou le frottement pour atteindre la température peu élevée, à partir de laquelle l'uranium se combine à l'oxygène avec incandescence.

» Il m'a semblé intéressant de déterminer, au moins approximativement, la température de ces étincelles, en vue des emplois de ce métal, que l'on peut préparer aisément aujourd'hui, grâce au four électrique de M. Moissan. Or j'ai constaté que les étincelles d'uranium enflamment instantanément, et à tout coup, les mélanges explosifs d'air et de grisou ou formène ; ce fait permet de déduire une limite inférieure de la température de ces étincelles.

» Les recherches de MM. Mallard et Le Châtelier, sur la température d'inflammation des mélanges explosifs d'air et de formène, ont en effet démontré que ces mélanges doivent rester en contact, pendant un temps appréciable, avec la source de chaleur avant de s'enflammer, et que ce *retard à l'inflammation*, qui s'élève à une dizaine de secondes aux environs de 650°, diminue à mesure que s'accroît la température à laquelle on porte le gaz, pour n'atteindre plus une seconde à 1000°. On peut donc en conclure que la température d'un corps incandescent, qui enflamme instantanément les mélanges explosifs d'air et de formène, comme les étincelles d'uranium, est au-dessus de 1000°. Cette température est notablement supérieure à celle des étincelles produites par la combustion du fer dans le briquet à silex ordinaire, lesquelles sont incapables d'allumer le formène, comme l'ont mis hors de doute les expériences de la Commission du grisou (*Annales des Mines*, livr. de nov.-déc. 1890).

» J'ai, de plus, constaté que les étincelles d'uranium enflamment non seulement le gaz d'éclairage (beaucoup plus facilement que les étincelles du fer), mais encore des mèches de coton imprégnées de liquides combustibles (tels que l'alcool éthylique absolu et celui de 90° centésimaux, la benzine et l'essence de pétrole) que je n'ai pu enflammer avec le briquet ordinaire. L'ouate prend même feu au contact des étincelles d'uranium. Toutes ces inflammations ont été obtenues au moyen d'étincelles produites par une râpe ronde en acier, frottée sur un lingot d'uranium métallique préparé au four électrique, en exerçant sur le lingot une pression ne dépassant pas 500 grammes.

» Il ne semble pas impossible d'utiliser cette curieuse propriété de l'uranium pour constituer des rallumeurs très simples de lampes à gaz

ou à essence, sans piles comme dans les rallumeurs électriques, et sans amorces fulminantes comme dans les rallumeurs des lampes de mines à essence du système Wolf. Il suffirait, pour cela, d'insérer un fragment d'uranium métallique dans un support mobile, pressé par un ressort contre une surface d'acier hérissée de pointes et disposée de façon que les étincelles obtenues en faisant mouvoir le support atteignent le jet de gaz ou la mèche à allumer. Pour qu'un pareil dispositif pût entrer dans la pratique, il serait nécessaire que le prix de l'uranium préparé au four électrique s'abaissât très notablement et que d'autre part le métal s'usât moins vite que l'échantillon un peu friable qui a servi à mes expériences; mais le prix de l'uranium s'abaisserait sans doute bien vite, si ce métal trouvait d'autres débouchés que les emplois actuellement très restreints de ses composés, et, de plus, il ne paraît pas impossible d'accroître la résistance de ce métal en l'alliant à d'autres corps. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de formation des nitroprussiates.* Note de MM. **C. Marie** et **R. Marquis**, présentée par M. Schützenberger.

« Lorsque Playfair, en 1850, découvrit le nitroprussiate de sodium parmi les produits de l'action de l'acide azotique sur le ferrocyanure de sodium, Gerhardt supposa que le bioxyde d'azote, produit par l'oxydation de ce ferrocyanure, agissait sur l'acide ferricyanhydrique formé pour donner l'acide nitroprussique.

» Lorsque Hadow eut découvert que le bioxyde d'azote n'a pas d'action sur l'acide ferricyanhydrique, Staedeler admit alors que les nitroprussiates prenaient naissance par l'action de l'acide azoteux sur les ferricyanures et donna la formule suivante (¹) :

$$Fe^2Cy^{12}H^6 + 2AzO^2H = 2H^2O + 2CAz + 2[FeCy^5(AzO)H^2].$$

» Nous avons cherché à réaliser directement cette réaction, et, pour mettre en liberté de l'acide azoteux, nous avons utilisé la même réaction qui nous avait permis précédemment de préparer le nitrosulfure de fer (²) : l'action de l'acide carbonique sur l'azotite de sodium.

» I. *Action de l'acide azoteux sur les ferricyanures.* — Si l'on fait agir sur une

(¹) Staedeler, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLI, p. 1; juillet 1869.
(²) *Comptes rendus*, 20 janvier 1896.

solution de ferricyanure de potassium de l'acide azoteux, on observe la transformation complète du produit en ferrocyanure potassique, avec production de faibles traces seulement de nitroprussiate.

» L'acide azoteux agit donc comme réducteur sur l'acide ferricyanhydrique, d'après la formule

$$Fe^2Cy^{12}H^6 + AzO^2H + H^2O = 2(FeCy^6H^4) + AzO^3H. \quad (1)$$

» II. *Action de l'acide azoteux sur les ferrocyanures.* — Si l'on fait agir sur une solution de ferrocyanure de potassium de l'acide azoteux, mis en liberté par le procédé indiqué plus haut, on observe un dégagement d'acide cyanhydrique, et le ferrocyanure est transformé en nitroprussiate.

» Dans le cas où l'on emploie un ferrocyanure alcalin, la transformation, il est vrai, n'est pas complète, à cause de la formation de carbonate alcalin, qui agit sur le nitroprussiate d'abord formé pour redonner du ferrocyanure.

» Mais si l'on s'adresse au ferrocyanure de calcium, par exemple, il y aura formation de carbonate de chaux, inerte, et l'on pourra transformer intégralement le ferrocyanure en nitroprussiate.

» La réaction de l'acide azoteux sur l'acide ferrocyanhydrique est donc la suivante :

$$FeCy^6H^4 + AzO^2H = FeCy^5(AzO)H^2 + CAzH + H^2O. \quad (2)$$

» Dans le cas du ferrocyanure de calcium, on aura

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} 2(FeCy^6Ca^2) + 2AzO^2Na + 3CO^2 + H^2O \\ \quad = FeCy^5(AzO)Ca + FeCy^5(AzO)Na^2 + 3CO^3Ca + 2CAzH. \end{array} \right.$$

» Les dosages de l'acide cyanhydrique et du carbonate de chaux formés ont permis de vérifier cette équation.

» En résumé, l'expérience montre que l'on passe de l'acide ferrocyanhydrique à l'acide nitroprussique par élimination d'une molécule d'acide cyanhydrique, et substitution d'un groupe AzO à un atome d'hydrogène [1]. »

CHIMIE. — *Sur un carbonate chromeux ammoniacal cristallisé.* Note de M. **Georges Baugé**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'étude des sels chromeux, commencée par Peligot en France et Möberg en Allemagne, a été continuée par M. Moissan il y a quelques

---

[1] Laboratoire de Chimie organique de l'École de Physique et de Chimie industrielles.

années (1). Voulant préparer quelques-uns de ces sels au moyen de la solution ammoniacale d'oxyde chromeux, nous avons été surpris de la facilité avec laquelle on obtient, non les sels simples, mais les sels doubles ammoniacaux correspondants. Nous signalerons aujourd'hui la préparation et les propriétés de l'un d'entre eux, le carbonate chromeux ammoniacal.

» *Préparation.* — 1° Nous sommes parti de l'acétate chromeux préparé suivant la méthode décrite par M. Moissan, en remplaçant toutefois l'acide chromique par le dichromate de potassium.

» Ce dichromate, attaqué en effet à chaud par de l'acide chlorhydrique concentré, fournit une solution de chlorure chromique qui, par le refroidissement, abandonne la majeure partie du chlorure de potassium qu'elle contient.

» Cette solution très acide, mise en contact de zinc grenaillé purifié (2), se transforme en chlorure chromeux qui, par double décomposition avec l'acétate de sodium, donne un précipité d'acétate chromeux.

» On additionne ce sel bien lavé d'eau privée d'air, de manière à en faire une bouillie claire que l'on siphonne par pression d'hydrogène pur dans un ballon plein de ce même gaz (3).

» Après repos, on décante de la même manière l'eau surnageante et l'on ajoute au sel de l'ammoniaque concentrée en quantité suffisante pour le dissoudre par agitation. On peut aussi employer pour faire cette solution l'alcool ammoniacal concentré (4).

» On substitue alors au courant d'hydrogène un courant d'acide carbonique privé d'oxygène par le même moyen et l'on voit peu à peu se déposer au fond du ballon une poudre cristalline. On arrête le courant de gaz carbonique avant la saturation complète et l'on rétablit le courant d'hydrogène. On lave ensuite le précipité par décantation avec de l'eau bouillie ammoniacale puis de l'alcool de plus en plus concentré, enfin de l'éther. On termine la dessiccation en se débarrassant de l'éther dans le ballon même par un courant d'hydrogène ammoniacal.

» 2° On peut aussi obtenir ce composé en faisant bouillir dans un courant d'hydrogène la solution ammoniacale d'acétate chromeux avec une solution de carbonate de sodium bouillie et refroidie dans l'hydrogène. Il suffit d'avoir soin de ne pas prolonger l'ébullition afin de conserver la liqueur ammoniacale.

---

(1) Henri Moissan, *Sur le protochlorure et le sulfate de protoxyde de chrome* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 792) et *Sur l'oxalate de protoxyde de chrome* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1051).

(2) Nous avons employé le zinc de la Vieille-Montagne.

(3) Cet hydrogène est privé d'oxygène par son passage dans plusieurs barbotteurs contenant du chlorure chromeux concentré.

(4) On prépare la solution aqueuse ammoniacale et la solution alcoolique au moyen d'eau et d'alcool bouillis saturés de gaz ammoniac ayant barbotté dans plusieurs flacons contenant une solution d'acétate chromeux dans l'ammoniaque concentrée.

» *Propriétés.* — Le carbonate chromeux ammoniacal est une poudre jaune cristallisée. Au microscope, ces cristaux ressemblent beaucoup à ceux d'acide urique; ils forment comme eux des groupements en houppes tout à fait caractéristiques.

» Ce sel est un réducteur énergique.

» Dans l'air à froid, il donne de suite de l'hydrate bleu de sesquioxyde de chrome en perdant de l'ammoniaque. Dans l'air et dans l'hydrogène à chaud il abandonne du sesquioxyde vert.

» Le chlore l'attaque au rouge sombre, en produisant du chlorure chromique anhydre.

» L'hydrogène sulfuré le transforme au-dessous du rouge sombre en une poudre noire cristallisée qui possède la composition et les propriétés du sesquisulfure de chrome. Ces petits cristaux, chauffés au rouge sombre dans l'hydrogène, abandonnent du soufre.

» A l'abri de l'oxygène, les acides sulfurique et chlorhydrique étendus le dissolvent en donnant des liqueurs bleues.

» Enfin, débarrassé de toute trace d'eau d'interposition, il présente, en présence de l'oxygène de l'air, une stabilité assez grande.

» *Analyse.* — Le chrome a été dosé à l'état d'oxyde, après attaque au rouge, par l'azotate et le carbonate de potassium, précipitation à l'état de chromate mercureux en liqueur acétique et calcination.

» L'ammoniaque a été déterminée volumétriquement par la méthode de M. Schlœsing.

» L'acide carbonique a été pesé après décomposition du sel par l'acide sulfurique et absorption du gaz dégagé par la potasse.

» L'eau a été déterminée par différence, après calcination du sel dans un courant d'air sec, absorption, par l'acide sulfurique concentré, de l'eau et de l'ammoniaque et pesée.

» Ces dosages nous ont fourni les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour 100.
Cr	22,41	22,96	23,02	23,00
AzH^3	15,10	14,92	14,80	15,04
CO^2	38,50	38,74	39,01	38,92
H^2O	8,02	8,51	7,90	7,96

» *En résumé*, nous avons préparé, par deux méthodes générales, un nouveau composé auquel l'analyse assigne la formule

$$CO^3Cr, CO^3(AzH^4)^2, H^2O.$$

» C'est le premier sel double ammoniacal du protoxyde de chrome ob-

tenu jusqu'ici : nous comptons poursuivre cette étude sur cette série de nouveaux composés ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la vératrylamine.*
Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. Henri Moissan.

« Au cours des récentes expériences qui m'ont permis d'établir par synthèse directe la constitution de l'eugénol, j'ai été conduit à préparer en quantité notable une amine aromatique dérivant du vératrol, et que, pour cette raison, j'appellerai *vératrylamine*. C'est l'étude de cette base nouvelle qui fait l'objet du présent Mémoire.

» La vératrylamine, dont la formule de constitution $C^6H^3 \begin{cases} AzH^2 & (1) \\ OCH^3 & (3) \\ OCH^3 & (4) \end{cases}$ sera démontrée plus loin, s'obtient en réduisant le nitrovératrol correspondant $C^6H^3 \begin{cases} AzO^2 & (1) \\ OCH^3 & (3) \\ OCH^3 & (4) \end{cases}$, qui prend lui-même naissance dans l'action de l'acide nitrique sur le vératrol $C^6H^4 \begin{cases} OCH^3 & (3) \\ OCH^3 & (4) \end{cases}$.

» Le vératrol s'attaque très facilement, à froid, par l'acide nitrique ordinaire ou étendu de son volume et même de deux fois son volume d'eau. Le mononitrovératrol qui se forme ainsi, et qui fond, après une cristallisation dans l'alcool à 80°, à 95°-98°, est toujours mélangé, ainsi que l'ont montré plusieurs dosages d'azote, d'une faible proportion de dinitrovératrol. Le produit brut peut néanmoins, sans autre purification, servir directement à la préparation de la vératrylamine.

» On traite à froid 150gr de nitrovératrol brut par 350gr (en deux fois) d'étain et 1300cc d'acide chlorhydrique. La réaction, qui se fait d'abord avec dégagement de chaleur pour se ralentir ensuite, est complétée au bain-marie bouillant. Par refroidissement, la presque totalité de la base se dépose sous forme de combinaison chlorostannique. On décompose celle-ci par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée, additionnée d'un excès d'ammoniaque, est épuisée à l'éther. Plusieurs traitements à l'éther sont nécessaires, la base étant soluble dans l'eau. Le résidu qu'on obtient après la distillation de l'éther se prend au bout de quelques instants; c'est la vératrylamine brute, qu'on purifie par cristallisation dans l'éther ou par distillation dans le vide [dosages d'azote, trouvé 8,92 (procédé Kjehldahl); 9,27 (procédé Dumas); calculé 9,15 pour 100].

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

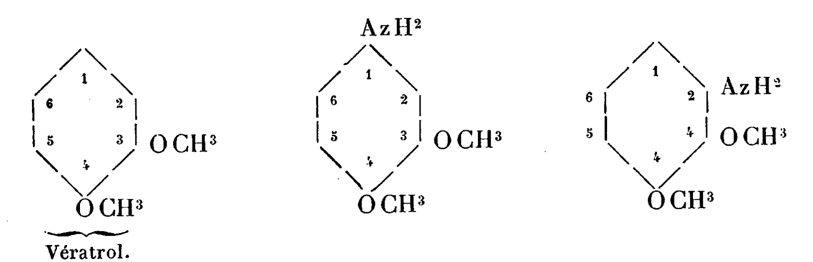
» La vératrylamine cristallisée dans l'éther se présente sous la forme de fines paillettes brillantes gris blanchâtres, légèrement violacées, fusibles à 85°-86°. Distillée dans le vide (174°-176°, sous 22^{mm} de pression), elle est d'abord complètement blanche; peu à peu, elle prend une couleur grisâtre, qui se fonce de plus en plus, pour devenir finalement brun cachou.

» Le chloroplatinate répond à la formule $(C^8H^9O^2.AzH^2.HCl)^2.PtCl^4$ (Pt pour 100 : trouvé, 27,07 et 27,1; calculé, 27,1). Il fond à 220°, en se décomposant (¹).

» Le dérivé benzoylé (benzoylvératrylamine) prend naissance lorsqu'on fait réagir le chlorure de benzoyle sur la base en présence d'éther absolu. Il cristallise dans l'alcool en fines aiguilles blanches, fusibles à 177°, et répondant à la formule $C^9H^9O^2.AzH - CO - C^6H^5$ (C pour 100 : trouvé, 70,31 ; calculé, 70,04. H pour 100 : trouvé, 6,16 ; calculé, 5,84).

» La vératrylamine, diazotée en présence d'acide bromhydrique et de poudre de cuivre précipité, fournit, par substitution d'un atome de brome au résidu amidogène, le bromovératrol $C^8H^9O^2.Br$, liquide huileux, facilement entraînable par la vapeur d'eau, et distillant à 250°-254°. (Br pour 100 : trouvé, 35,97 ; calculé, 36,86. H pour 100 : trouvé, 4,20 ; calculé, 4,14. C pour 100 : trouvé, 44,37 ; calculé, 44,24.)

» *Constitution de la vératrylamine.* — Si l'on considère le schéma hexagonal du vératrol, on voit qu'il peut exister deux dérivés amidés de ce corps, en d'autres termes deux vératrylamines :



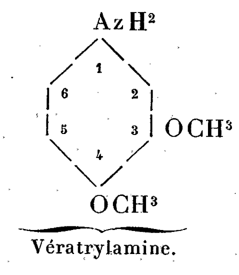
» Il s'agit de déterminer la position du groupement AzH^2 dans la base que nous présentons. On y parvient aisément de la façon suivante :

» Lorsqu'on diazote la vératrylamine en présence de cyanure cuivreux,

(¹) M. Heinisch (*Monatshefte für Chemie*, t. XV, p. 230) a obtenu une base fusible à 80°-82°, dont le chloroplatinate fond à 208°. L'auteur n'en a pas établi la constitution. Il est possible que ce produit soit de la vératrylamine incomplètement purifiée.

et qu'on fait ensuite passer dans la masse liquide un courant de vapeur d'eau, celle-ci entraîne le dérivé cyané correspondant. On l'extrait de la solution aqueuse par l'éther. Il cristallise dans l'eau bouillante en fines aiguilles blanches, fusibles à 67°-68°. Il est identique au nitrile obtenu dans une autre réaction par Garelli ([1]), et ayant pour formule $C^6H^3\left\{\begin{array}{l} CAz\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OCH^3\ (4)\end{array}\right.$. Saponifié par la potasse alcoolique, il fournit un acide fondant à 179° et sublimable : c'est l'acide vératrique $C^8H^9O^2.CO^2H$ (analyse du sel d'argent, Ag pour 100 : trouvé, 37,61 ; calculé, 37,37).

» Comme, dans l'acide vératrique $C^6H^3\left\{\begin{array}{l} CO^2H\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OCH^3\ (4)\end{array}\right.$, le carboxyle CO^2H est en position 1, il en sera de même pour le groupe AzH^2 dans la vératrylamine d'où nous sommes parti. La vératrylamine sera donc représentée par la formule de constitution suivante :



Vératrylamine.

» Ce travail avait été entrepris dans le but de préparer le bromovératrol $C^6H^3\left\{\begin{array}{l} Br\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OCH^3\ (4)\end{array}\right.$. Partant de ce dernier corps, j'espérais pouvoir remplacer l'atome de brome par le radical allyle, et fixer ainsi d'une façon indiscutable la constitution de l'eugénol. L'expérience m'a montré que le bromovératrol ne se condense pas avec l'iodure d'allyle en présence de sodium et d'éther absolu, et c'est dans une tout autre réaction que j'ai trouvé la solution du problème ([2]). »

([1]) *Gazzetta chimica italiana*, t. XX, p. 700.

([2]) Moureu, *Synthèse du méthyleugénol; Constitution de l'eugénol* (*Comptes rendus*, 18 novembre 1895).

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique de l'acide orthochlorobenzoïque et de quelques-uns de ses dérivés.* Note de M. **Paul Rivals.**

« Je me suis proposé de comparer l'acide chlorobenzoïque à l'acide benzoïque, d'une part, et, d'autre part, ces deux acides aux acides acétique et chloracétique. Je ferai connaître aujourd'hui les chaleurs de formation de l'acide orthochlorobenzoïque, du chlorobenzoate de potassium et du chlorure de chlorobenzoyle.

» *Acide chlorobenzoïque.* — Le corps a été préparé par le procédé de Chiozza et purifié par de nombreuses cristallisations de l'acide et de ses sels de baryte et de potasse. J'ai obtenu de belles aiguilles clinorhombiques constituant un produit très pur.

» Cet acide, brûlé dans la bombe calorimétrique en présence d'une solution arsénieuse, m'a donné :

Chaleur de combustion pour 1^{gr}	$+4688^{Cal}$
Chaleur de combustion rapportée à la molécule, à pression constante ou à volume constant	$+773,7$
D'où je déduis la chaleur de formation à partir des éléments (carbone diamant) de l'acide orthochlorobenzoïque solide	$+103,0$

» On a alors, pour la réaction de substitution dans l'acide benzoïque,

$$C^7H^6O^2 \text{ sol.} + Cl^2 = C^7H^5ClO^2 \text{ sol.} + HCl \text{ gaz} \ldots\ldots \quad +31^{Cal},6$$

» *Chaleur de neutralisation.* — L'acide chlorobenzoïque étant très peu soluble dans l'eau, j'ai dû opérer en solution très étendue (1 molécule d'acide $= 100^{lit}$). Le résultat obtenu est donné comme approché seulement.

» J'ai trouvé pour la chaleur de neutralisation (acide, potasse et sel de potasse dissous) $+15^{Cal},5$.

» Ce nombre, quoique très élevé, ne surpasse que de $1^{Cal},5$ la chaleur de neutralisation $+14^{Cal}$ de l'acide benzoïque déterminée par M. Berthelot.

» Les chaleurs de neutralisation des acides acétique et chloracétique étant de $+13^{Cal},3$ pour le premier, de $+14^{Cal},4$ pour le second, on voit que la substitution du chlore à l'hydrogène, soit dans l'acide acétique, soit dans l'acide benzoïque, accroît la chaleur de neutralisation de ces acides d'une même quantité, 1^{Cal} environ.

» *Chaleur de formation du chlorobenzoate de potassium.* — Ce sel étant très soluble dans l'eau, je l'ai fait cristalliser dans l'alcool et j'ai obtenu ainsi de belles *tables orthorhombiques* correspondant à la formule $2C^7H^4ClO^2K + H^2O$.

» J'ai déterminé la chaleur de dissolution dans l'eau d'une molécule de ce sel

$$2C^7H^4ClO^2K + H^2O \ldots\ldots \quad +0^{Cal},72$$

» D'autre part, j'ai précipité la solution ainsi obtenue par l'acide chlorhydrique étendu; la majeure partie de l'acide chlorobenzoïque est ramenée à l'état solide, mais une très faible portion reste à l'état dissous (1).

» On trouve, tous calculs faits :

		Cal
$C^7H^4ClO^2K$ diss. + HCl diss.	$= C^7H^5ClO^2$ préc. + KCl diss.	+ 4,4
$C^7H^5ClO^2$ sol. + Aq	$= C^7H^5ClO^2$ diss.	— 6,2
$C^7H^5ClO^2$ sol. + KOH sol.	$= (C^7H^4ClO^2K + \frac{1}{2}H^2O)$ sol. + $\frac{1}{2}H^2O$...	+ 21,2

» *Chlorure de chlorobenzoyle* (*ortho*). — Ce corps, préparé par le procédé de Chiozza, rectifié plusieurs fois à la pression ordinaire, puis dans le vide, analysé et trouvé pur, m'a donné :

Chaleur de combustion rapportée à la molécule	$+ 743^{Cal}$
Chaleur de formation à partir des éléments du chlorure liquide...	$+ 64^{Cal}$

» J'en déduis la chaleur de décomposition du chlorure par l'eau :

$$C^7H^4ClO^2 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} = C^7H^5ClO^2 \text{ sol.} + HCl \text{ gaz} \ldots\ldots \quad -7^{Cal},2$$

» Dans les mêmes conditions, j'ai trouvé, pour le chlorure de benzoyle, $-6^{Cal},7$, et, pour le chlorure de toluyle (ortho), -3^{Cal}.

» Dressons maintenant le Tableau des chaleurs de formation de l'aldéhyde, du chlorure acide et du chlorure de l'acide chloré, dans la série acétique et dans la série benzoïque.

Aldéhyde acétique $CH^3.CHO$	+ 57,1
Chlorure d'acétyle $CH^3.COCl$	+ 64,7 = 57,1 + 7,6
Chlorure de chloracétyle $CH^2Cl.COCl$	+ 69,8 = 64,7 + 5,1
Aldéhyde benzylique $C^6H^5.CHO$	+ 25,6
Chlorure de benzoyle $C^6H^5.COCl$	+ 53,9 = 25,6 + 28,3
Chlorure d'o.-chlorobenzoyle $C^6H^4Cl.COCl$	+ 64 = 53,9 + 10,1

» Ce Tableau met en évidence un fait intéressant : dans l'aldéhyde acétique, la substitution du chlore, soit à l'hydrogène fonctionnel, soit dans le radical CH^3, dégage à peu près les mêmes quantités de chaleur; dans l'aldéhyde benzylique, au contraire, la substitution du chlore dans le noyau est comparable à la substitution dans le radical CH^3, mais la pré-

(1) Ceci entraîne une correction qui nécessiterait la connaissance de la chaleur de dissolution de l'acide chlorobenzoïque. Mais on peut d'abord supposer par analogie cette chaleur de dissolution voisine de celle de l'acide benzoïque ($-6^{Cal},5$), faire la correction, calculer alors la chaleur de dissolution vraie de l'acide chlorobenzoïque, et opérer par approximations successives.

sence du noyau modifie le caractère du groupement aldéhydique, et la substitution du chlore à l'hydrogène fonctionnel donne lieu à un dégagement de chaleur d'un ordre de grandeur tout différent.

» J'ai montré que le même fait s'observe dans le passage du chloral au chlorure de trichloracétyle, et doit être rapproché de cet autre fait, que la chaleur de formation de l'acide par oxydation de l'aldéhyde est beaucoup plus considérable pour les acides aromatiques et l'acide trichloracétique que pour les acides gras. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Transformation de la solution de formaldéhyde en vapeurs pour la désinfection.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai déjà décrit, dans une Note antérieure (1), les résultats obtenus au moyen d'appareils spéciaux ayant pour but d'oxyder les vapeurs d'alcool méthylique.

» A côté de l'intérêt de ce procédé, expérimenté depuis par plusieurs savants (2), j'ai cherché le moyen de produire la formaldéhyde gazeuse en utilisant directement sa solution. Ce problème, si simple en apparence, n'avait pu être résolu jusqu'à maintenant. Le procédé qui vient d'abord à l'esprit consisterait à évaporer directement une solution d'aldéhyde. Mais il se produit, dès que la concentration dépasse 40 pour 100, une polymérisation qui augmente au fur et à mesure de cette concentration; finalement, on obtient un résidu qui se solidifie et finit par brûler. Cela explique les insuccès obtenus par Philipp (3). D'autre part, Bardet a démontré l'impossibilité de stériliser une pièce de moyenne capacité en pulvérisant des quantités considérables de solution (4).

» J'ai constaté, et c'est déjà un fait intéressant, que la vapeur d'eau surchauffée pouvait, en passant dans une solution de formaldéhyde contenant un sel neutre en dissolution, entraîner rapidement les vapeurs aldéhydiques. Quatre à cinq heures de passage de vapeur d'eau dans une solution de formol suffisent pour saturer un espace de 700^{mc}, au point de

(1) *Comptes rendus*, 1894.
(2) *Bulletin de Thérapeutique*, avril et mai 1895.
(3) *Münchner med. Wochenschrift*, 1895.
(4) *Bulletin de Thérapeutique*, 15 mai 1895.

stériliser, après dix-huit heures de contact, les germes pathogènes disposés dans les diverses parties du local. Toutefois, cette méthode a l'inconvénient de laisser une odeur un peu persistante ([1]). D'après un examen attentif que j'ai fait à ce sujet, j'attribue cette persistance d'odeur à l'adhérence de produits condensés contre les parois des murs, après l'évaporation de l'humidité provenant de la vapeur d'eau.

» Mais le problème de la transformation directe de la solution de formaldéhyde en vapeurs est atteint avec la plus grande facilité en se basant sur le principe suivant : la solution de formaldéhyde, chauffée dans un autoclave, sous une pression de 3 à 4 atmosphères, laisse dégager ses vapeurs sans formation de produit polymérisé. En utilisant ce principe, j'ai exécuté des expériences, dont on trouvera le détail dans des Revues spéciales, et qui ne laissent aucun doute sur l'action microbicide des vapeurs ainsi obtenues.

» L'appareil dont je me suis servi consiste en un simple autoclave, pouvant supporter une pression de 5 à 6 atmosphères, et muni de plusieurs orifices de dégagement. Une demi-heure suffit pour transformer 5^{kg} de solution aqueuse à 40 pour 100 en vapeurs de formaldéhyde, sans formation d'aucun produit polymérisé dans l'autoclave.

» En résumé, ce dernier procédé, d'une exécution si simple, permet de saturer rapidement, par des vapeurs aldéhydiques pures, de grands espaces sans y introduire de gaz délétère comme l'oxyde de carbone, et d'atteindre, en les détruisant, les germes pathogènes les plus divers, comme le prouvent les expériences ([2]). »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence de Dinosauriens, Sauropodes et Théropodes, dans le Crétacé supérieur de Madagascar.* Note de M. **Charles Depéret**, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'ai reçu, par l'intermédiaire de M. le médecin-major Salêtes, une belle série de fossiles crétacés provenant des environs de Mevarana, loca-

---

([1]) Expérience faite dans une des grandes salles du Val-de-Grâce.

([2]) La question de savoir exactement à quel état se trouve l'aldéhyde formique ainsi réduite en vapeurs n'est pas résolue. L'aldéhyde formique liquide est obtenue en refroidissant, à 50° au-dessous de zéro, des vapeurs provenant de la solution. Ce produit se solidifie déjà à — 20° en une modification plus ou moins soluble dans l'eau et l'alcool. Une autre modification, insoluble dans l'eau et l'alcool, appelée *trioxyméthylène*, est obtenue par évaporation de la solution commerciale.

lité située sur la rive droite du bras oriental de la Betsiboka, à 46^{km} au sud de Majunga (côte occidentale de Madagascar).

» Ces fossiles ont été recueillis, avec un zèle digne d'éloges, par M. Landillon, adjudant d'infanterie de marine, qui m'a transmis aussi des renseignements précieux sur ces gisements et sur la géologie de cette contrée.

» La région serait constituée par un plateau régulier, d'une altitude de 120^{m} environ, en couches horizontales. L'entablement supérieur serait formé d'une assise calcaire, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, découpée en corniches par l'érosion. On recueille, dans ces calcaires, de nombreux fossiles marins, tels que des Huîtres, les unes lisses du groupe de l'*O. vesicularis,* les autres plissées (*Alectryonia* aff. *larva* ou *ungulata*); il y a aussi des Echinides et des moules de *Natica, Turritella, Venus,* etc. Cette assise appartient à la craie supérieure, vraisemblablement au Sénonien.

» Le creusement de la vallée de la Betsiboka a entaillé profondément le plateau crétacé et a mis à jour des assises inférieures qui constituent sous forme d'argiles, d'argiles sableuses et de grès, les pentes du plateau principal, ainsi que de nombreux témoins, qui forment les collines basses des environs de Mevarana, jusque vers le bord du fleuve. C'est sur la surface dénudée et stérile de ces monticules argilo-sableux qu'ont été recueillis, en plusieurs points écartés les uns des autres, des ossements de Vertébrés, qui, à en juger par le nombre des fragments étalés à la surface, doivent être fort abondants dans ces couches. Cette formation argilo-sableuse à ossements de Reptiles semble d'ailleurs liée étroitement au Crétacé supérieur marin du plateau, car des Moules de Bivalves et de Gastropodes analogues à celles de la table supérieure ont été recueillis dans les collines de la plaine, non loin des débris d'ossements.

» L'étude de ces ossements m'a permis de reconnaître la présence de deux types bien distincts de Dinosauriens :

» 1° Le premier, de grande taille, appartient au groupe des *Sauropodes*. Il est représenté par un gros fragment d'humérus, sans cavité médullaire, de forme comprimée d'avant en arrière, qui doit correspondre à un os de $0^{m},90$ environ de longueur. Je lui rapporte deux vertèbres de la région caudale antérieure, l'une plus forte que l'autre, mais bien plus raccourcie; le diamètre vertical du centrum est de $0^{m},14$ pour la première, de $0^{m},045$ pour la deuxième. L'une et l'autre sont bien caractérisées comme vertèbres caudales par la présence, sur la face inférieure, en avant et en arrière, de facettes articulaires pour les os en chevron. Elles sont *profondément procœ-*

liennes, caractère important qui se retrouve à un égal degré, dans le seul genre *Titanosaurus* Lyd., du Crétacé moyen de l'Inde et du Wealdien d'Angleterre. Les autres détails de ces vertèbres, comme la position très avancée de l'arc neural sur le centrum, la présence sur la face inférieure d'un sillon médian longitudinal, bordé par deux crêtes latérales divergentes en avant et en arrière, confirment ce rapprochement générique. L'espèce de Madagascar est toutefois différente du *Titanosaurus indicus* Lyd., dont les vertèbres caudales sont fortement comprimées en travers, et se rapproche davantage du *T. Blanfordi* Lyd. des mêmes couches de l'Inde, chez lequel le centrum des caudales a une section plus régulièrement circulaire, sans la dépression latérale qui se montre dans le type de Madagascar (*T. madagascariensis* n. sp.).

» J'attribue à ce même type, mais sans certitude absolue, une grande ossification dermique, à surface externe ornée de rugosités rayonnantes, de forme générale ovalaire, dont il est difficile, pour le moment, de préciser la position sur l'animal.

» 2° Un dernier type, de l'ordre des *Théropodes* carnassiers, est indiqué par deux dents de petite taille, comprimées sur les côtés, présentant la forme recourbée en lame de sabre et les fines crénelures des deux bords tranchants, caractéristiques du genre *Megalosaurus*. Je lui attribue aussi une phalange unguéale en forme de griffe recourbée, et une vertèbre caudale allongée, amphicœlienne, du type ordinaire des *Megalosaurus*.

» Il est intéressant de constater que M. Lydekker (*Paleontologia indica*, sér. IV, vol. I) a décrit dans l'Inde, de l'*horizon de Lameta,* attribué au Crétacé moyen, des débris de Dinosauriens des deux genres *Titanosaurus* et *Megalosaurus* dont je viens de signaler la présence dans les couches crétacées supérieures de Madagascar. Cette communauté d'association des genres de Dinosauriens est un argument de plus à ajouter à ceux qui ont déjà été invoqués en faveur d'une jonction, à l'époque secondaire, entre la grande île de Madagascar et le continent indien. »

ZOOLOGIE. — *Modifications apportees aux organes de relation et de nutrition chez quelques Arthropodes, par leur séjour dans les cavernes* (1). Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Nulle part l'influence du milieu ne se fait sentir plus vivement et d'une manière plus frappante que dans les cavernes : l'absence de lumière et la rareté des proies animales produisent, sur les animaux qui s'y trouvent entraînés et réussissent à s'y acclimater, des modifications de plusieurs ordres.

» L'œil, *toujours atrophié*, l'est plus ou moins, selon les espèces et selon les individus d'une même espèce. Chez certains Crustacés amphipodes (*Gammarus, nov. species*), il présente différents intermédiaires entre l'œil presque normal, d'une couleur rouge sang, paraissant encore apte à percevoir certaines sensations lumineuses, et l'œil complètement dépigmenté et ne conservant que sa forme *extérieure* primitive. Quelques individus présentent des degrés différents d'atrophie entre un de leurs yeux et l'autre. Chez les Thysanoures (Campodes et Podurelles), l'évolution est plus accentuée : tandis que les Podurelles ont encore à la base des antennes quelques globules d'un rouge roussâtre, les Campodes n'ont plus aucune trace d'organe visuel.

» Certains organes des sens ont pris la suppléance de l'œil. C'est ainsi que les antennes des Campodes, qui, chez certains individus, sont encore à peu près normales, atteignent chez d'autres une longueur plus que double et deviennent plus longues que le corps. Il en est de même de la fourche anale. Les poils tactiles qui recouvrent le corps prennent un développement exagéré et semblent même aller, chez les Crustacés, jusqu'à envahir parfois le globe oculaire.

» L'ouïe ne semble pas, par contre, s'être accrue proportionnellement, et l'on peut mener grand bruit autour des lacs souterrains sans faire fuir les animaux.

» L'odorat semble très subtil, et une proie corrompue abandonnée dans l'eau ou sur le sol est, en quelques minutes, envahie par une assez grande quantité d'animaux.

---

(1) Recherches dans le Jura en 1894 et 1895, et études faites au laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

» Les organes *digestifs* se sont modifiés considérablement, par suite d'un régime qui va parfois jusqu'à l'absence complète de proie animale, pour des espèces normalement carnassières. C'est ainsi que deux Staphylins capturés en juin dernier dans la grotte de Baume-les-Messieurs (Jura) avaient leurs mandibules atrophiées.

» Le tube digestif des Crustacés se trouve presque toujours rempli de l'argile du fond des lacs qui contient uniquement, outre les matières minérales, de grandes quantités de microphytes (algues, moisissures, spores, etc.). Sous l'influence de ce régime, le tube digestif semble avoir grossi et il présente parfois des étranglements et une certaine tendance à se contourner.

» Tous ces animaux sont *dépigmentés* plus ou moins complètement. Quelques exemplaires possèdent cependant encore une légère coloration rosée, ou de minuscules plaques d'un pigment noir et irrégulier, tranchant sur le fond décoloré des tissus.

» A ce sujet, il m'a semblé intéressant de replacer certains individus à la lumière et de voir ce qui pourrait intervenir. L'expérience, interrompue par accident au bout d'un mois environ, était cependant déjà concluante; les individus avaient été soigneusement choisis parmi les plus décolorés, ceux qui ne présentaient plus aucune trace de pigmentation. Dans cet espace de temps si court, on put voir apparaître de nombreuses petites taches noires, disséminées sur tout le corps, et particulièrement abondantes sur les organes accidentellement amputés et en voie de réparation, tels que antennes et pattes. Il semble donc que ce phénomène soit assez rapide. Des observations ultérieures nous renseigneront à ce sujet.

» Les animaux trouvés se répartissent ainsi : 6 espèces de Crustacés (Amphipodes et Isopodes), 2 espèces de Thysanoures, 1 Acarien, 2 Arachnides, 1 Gastéropode, etc. Ils proviennent principalement des grottes de Sainte-Catherine, à Consolation, commune des Maisonnettes (Doubs); Baume-les-Messieurs (Jura); Les Planches, près Arbois; les Nans, près de Nozeroy. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE — *De la phagocytose chez les Huîtres.* Note de M. **Joannes Chatin**.

« Il est peu de groupes zoologiques dans lesquels la phagocytose s'exerce avec plus de constance et d'intensité que chez les Lamellibranches. Malgré

quelques assertions contraires, les Ostréides ne le cèdent nullement, sous ce rapport, aux Mytilides ou aux Unionides. Quels sont les éléments qui représentent les agents essentiels de la phagocytose? Quel en est le but principal? Les auteurs qui ont mentionné la phagocytose chez les Lamellibranches (leurs recherches ont surtout porté sur les Moules, les Unios, les Anodontes, etc.) l'ont généralement rapportée à l'intervention des globules sanguins. Une telle conception se trouve en désaccord avec les faits observés.

» Les globules sanguins des Huîtres mesurent en moyenne 10 μ; rarement ils dépassent ce diamètre pour atteindre 12 μ. Quel que soit l'organe dans lequel on les examine, quelles que soient les conditions de nutrition expérimentale auxquelles on tente de soumettre le Mollusque, jamais on ne les voit dépasser ces dimensions, ni offrir l'exemple du rapide accroissement qui sera bientôt présenté par d'autres éléments.

» La constitution du globule est très simple, se résumant en un noyau qu'entoure une mince zone périphérique de protoplasma. Ce plasma est clair ou faiblement granuleux, sans qu'on y découvre la moindre trace des corps bistrés sur lesquels je ne tarderai pas à insister.

» Il suffit de considérer cette structure, pour douter déjà de la réalité des actes de phagocytose attribués aux globules sanguins des Huîtres. L'extrême réduction de leur protoplasma somatique constitue, à cet égard, une disposition des plus défavorables, et l'observation confirme cette appréciation : quand un globule sanguin rencontre des corps étrangers flottant auprès de lui, on peut voir parfois des accolements momentanés se produire (surtout chez l'Huître portugaise), sans assister à une pénétration intraplasmatique. Au contraire, celle-ci se constate aisément, selon le processus normal, dans les cellules conjonctives avec lesquelles les globules sanguins paraissent avoir été confondus à maintes reprises.

» Je n'ai ni à rechercher ni à discuter les liens de parenté pouvant exister entre ces deux types histiques. Rien de plus facile que de les différencier à l'état d'entités fonctionnelles : la taille, la structure, l'aptitude chimiotaxique, tout, en un mot, les distingue.

» Par les chiffres donnés plus haut, on a pu juger des minimes dimensions du globule sanguin. La cellule conjonctive mesure fréquemment 50 μ ou même plus de 100 μ; elle peut atteindre 300 μ; sa taille est donc colossale, comparée à celle du globule.

» Au point de vue de la structure, elle offre un corps protoplasmique dont l'étendue est toujours fort appréciable et dans lequel se trouve inclus

un noyau qui, tout en étant assez volumineux, ne possède pas la prééminence qui le caractérise dans le globule sanguin où il éclipse presque totalement la partie somatique de l'élément (¹).

» Observée à l'état statique, la cellule conjonctive est irrégulièrement arrondie, polyédrique, etc.; sous la moindre irritation du tissu ambiant, vraisemblablement aussi sous l'influence des variations du milieu intérieur, elle tend à passer à l'état dynamique. Les pseudopodes apparaissent alors, toujours plus développés que sur le globule, donnant à la cellule l'aspect et la valeur d'un vrai phagocyte. Sa nutrition devenant plus active, elle s'accroît promptement, rappelant les clasmatocytes des Vertébrés (Ranvier). Corrélativement à ces manifestations d'une extrême vitalité, surviennent les actes de phagocytose. C'est même à ce moment qu'on peut le mieux les étudier.

» Véritable amibe, la cellule se saisit des corps qu'elle rencontre; probablement la pénétration de beaucoup d'entre eux nous échappe, en raison de leur ténuité, de leur transparence ou de leur réfringence; pour d'autres, au contraire, l'observation est aisée. De ce nombre sont des corpuscules de forme variable, mais dont la coloration est presque constamment d'un brun bistré; flottant dans le sang, les liquides cavitaires ou interstitiels, etc., ils deviennent la proie des phagocytes, qui en contiennent souvent plusieurs à la fois.

» Ces corps ne doivent pas être confondus avec les granulations pigmentaires qui déterminent, dans les macroblastes, la coloration verte ou brune dont j'ai fait précédemment connaître la nature : 1° les granulations chromatiques des macroblastes se forment par pigmentation progressive du protoplasma, tandis que les corps bistrés sont extérieurs à la cellule, dans laquelle ils pénètrent par le jeu de ses pseudopodes; 2° ces corps offrent constamment, qu'ils soient extra-cellulaires ou intra-cellulaires, une coloration bistrée et une réfringence caractéristiques; 3° on peut provoquer expérimentalement la pigmentation des macroblastes sans modifier l'aspect des corps bistrés, mais en constatant ultérieurement leur présence en grand nombre, comme on l'observe d'ailleurs chaque fois que le Mollusque est soumis à une alimentation intensive.

(¹) Les globules sanguins des Huîtres, comparés à ceux des autres Lamellibranches et spécialement à ceux des espèces d'eau douce, revêtent ainsi, presque toujours, un aspect embryonnaire des plus évidents, se traduisant par la karyomégalie qui vient d'être signalée.

» Ceci me conduit à examiner une dernière question : quel est le but de l'active phagocytose qui s'exerce vis-à-vis de ces corps bistrés ? Elle ne saurait se rattacher à des faits de nutrition intra-cellulaire immédiate, ces corps demeurant tels quels dans le phagocyte. On ne peut davantage les considérer comme des réserves alimentaires : loin d'être maintenus dans l'organisme, ils doivent en être promptement expulsés.

» Lorsqu'un phagocyte est chargé de ces corps, il ne revient plus à l'état statique. Sa période de repos est close ; c'est sous l'aspect amiboïde qu'il se montre, suivant les grands courants sanguins, et gagnant les lacunes du manteau, des branchies, etc. Tôt ou tard, il parvient dans le voisinage de l'épithélium qui, seul, le sépare alors du milieu extérieur. Il franchit cette barrière, soit en s'insinuant entre les cellules, soit en les attaquant et s'ouvrant une brèche par laquelle d'autres le suivront. Au contact de l'eau ambiante, les phagocytes se désagrègent, mettant en liberté leur contenu qui semble surtout formé des résidus de la vie cellulaire et comparable aux « boules hyalines » signalées par M. de Bruyne chez divers Acéphales.

» Ainsi se constituent, entre les feuillets palléo-branchiaux, des amas de débris cellulaires, d'excreta, etc., que le jeu des cils vibratiles déplace plutôt qu'il ne les éloigne immédiatement. On s'explique dès lors l'innombrable population de commensaux : Microrganismes, Annélides, Crustacés, etc., qui vivent entre les valves du Mollusque, grassement nourris par ses déchets. Ceux-ci sont d'autant plus abondants que l'alimentation de l'Huître est, presque toujours, fort copieuse. Pour s'en convaincre, il suffit de se reporter aux observations de MM. Bornet et A. Chatin : elles nous montrent le Lamellibranche ingérant des myriades d'Infusoires gorgés de Navicules, etc., qu'il ont déjà préparés pour leur propre entretien, lorsqu'ils sont avalés à leur tour.

» Un tel régime exige corrélativement une excrétion qui ne se ralentisse jamais. Les organes bojaniens, etc., ne sont pas seuls à l'assurer; ils trouvent, pour l'assainissement du milieu intérieur, de précieux auxiliaires dans certaines cellules conjonctives, mobilisées en vue d'une phagocytose dont ces éléments représentent les agents essentiels et dont l'étude se prête à d'intéressantes déductions, comme j'espère l'établir dans une prochaine Communication. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'action combinée de la lumière et de l'eau dans le dégagement du parfum des plantes* (1). Note de M. **Eugène Mesnard.**

« Dans une précédente Note (2), j'ai montré que certaines plantes sont capables de produire une émission subite et intense de parfum, soit par suite du contact de la main ou d'un léger choc (basilic), soit par une brusque exposition aux radiations solaires (tubéreuse). Sensibles à ces causes d'irritation, les cellules de ces plantes semblent se contracter et produire ce dégagement anomal de parfum. Le fait est beaucoup plus général, comme on va le voir, au moins en ce qui concerne la lumière.

» *Action de la lumière sur les corps odorants.* — Pour dégager les données du problème, j'ai d'abord observé l'effet produit par la lumière sur des corps odorants ou des essences placés, soit dans l'oxygène, soit dans l'air, soit dans l'azote, et en faisant varier les conditions de température et d'humidité relatives. Ces expériences prouvent que la lumière n'est pas seulement susceptible de joindre son action à celle de l'oxygène pour amener la destruction des parfums, ainsi qu'on le croyait jusqu'ici, mais que son rôle est prépondérant dans tous les cas.

» L'oxygène reste néanmoins un agent assez énergique qui nous donne souvent l'illusion d'une augmentation d'odeur, capable de masquer momentanément son œuvre d'anéantissement. Son action est lente, excitatrice, mais destructive cependant; l'action de la lumière est, au contraire, rapidement destructive, grâce à des propriétés chimiques spéciales.

» Les variations de la température et de l'état hygrométrique de l'air n'ont qu'une importance secondaire.

» *Action de la lumière sur des fleurs odorantes coupées.* — J'ai ensuite expérimenté sur des fleurs coupées (muguet, roses, œillet, etc.), qui forment l'intermédiaire obligé entre le cas précédent et celui qui va suivre. Ici encore, l'agent actif par excellence, c'est la lumière; mais il ne produit son effet maximum que lorsque les tiges sont plongées dans l'eau ou dans la mousse humide.

» Cela montre, de suite, que la lumière agit physiologiquement sur la plante et l'expérience prouve que cette action dépend de la nature de la plante elle-même. C'est ainsi qu'avec les fleurs de muguet, les roses, les violettes et la plupart des autres fleurs odoriférantes, la lumière a pour effet de diminuer l'intensité du parfum; chez l'œillet blanc, au contraire, la lumière augmente en apparence cette intensité.

---

(1) Laboratoire de Biologie expérimentale de l'École supérieure des Sciences de Rouen.

(2) Eugène Mesnard, *Sur la mesure de l'intensité des parfums appliquée aux recherches biologiques* (*Comptes rendus*, 9 décembre 1895).

» Dans toutes ces expériences, on trouve très nettement marquées, sur les courbes d'intensité de l'odeur que l'on peut tracer en suivant pas à pas les fleurs soumises à l'examen, des valeurs maxima et minima qui correspondent aux alternances du jour et de la nuit; mais il suffit qu'un ciel couvert ou pluvieux succède à un ciel clair et sec, pour qu'aussitôt l'allure du graphique se modifie notablement.

» *Effet combiné de la pression osmotique et de la lumière sur le dégagement des odeurs par les fleurs.* — La lumière agit de même sur les fleurs odorantes non coupées et il se trouve que l'odorat permet, dans beaucoup de cas, d'apprécier la valeur de certains phénomènes biologiques qui passeraient inaperçus sans son intervention.

» On constate alors, par exemple, qu'un simple arrosage, ou l'arrivée d'un nuage épais ou d'un temps pluvieux, suffisent pour que l'intensité du parfum soit augmentée. Sous l'influence de l'eau, les cellules se gonflent et cette turgescence semble avoir pour effet de rejeter au dehors l'huile essentielle localisée dans l'épiderme.

» La lumière produit un effet contraire. On sait, depuis les belles recherches de Wiesner, de Sachs et de Stahl, que la lumière ralentit la naissance des cellules qui sont soumises à son influence et que certains corps de végétaux adultes s'approchent ou s'éloignent d'une source lumineuse, par suite d'un mécanisme qui n'est pas très bien connu. La méthode de la mesure de l'intensité des parfums prouve que le phénomène est général et que, sur une plante adulte, même sans qu'il y ait de mouvements apparents, la lumière contracte les cellules et tend à contrebalancer l'influence de la pression osmotique.

» Au surplus, cette contraction protoplasmique ne se fait bien sentir chez les plantes que si elles sont convenablement approvisionnées d'eau; ce phénomène dépend de l'intensité de la lumière incidente et il peut être localisé. Prenons un exemple :

» Sur un même pied d'Héliotrope, on observe deux sommités fleuries; l'une d'elles est maintenue, comme toute la plante, à la lumière diffuse; l'autre est recouverte d'un écran opaque. Si, après avoir laissé souffrir cette plante de la sécheresse pendant quelques heures, on vient à l'arroser, on ne tarde pas à constater que l'intensité du parfum augmente beaucoup, et plus rapidement dans les fleurs maintenues à l'obscurité que dans celles qui sont restées exposées à la lumière. La turgescence se produit donc d'abord dans les parties de la plante qui sont protégées. Si la plante était, au contraire, totalement opposée à la lumière directe, les variations d'intensité se feraient à peine sentir, même dans les parties abritées : la plante semble tétanisée et contracturée.

» Cependant la lumière est nécessaire à l'élaboration du parfum, car, si l'on abrite une fleur contre la lumière, dès sa naissance, elle ne sera jamais odoriférante.

» *Dégagement périodique du parfum des fleurs.* — Les courbes d'intensité, que l'on obtient en mesurant fréquemment l'intensité du parfum dégagé par les fleurs soumises aux expériences, accusent des valeurs maxima et minima, qui dépendent des alternances du jour et de la nuit. Or, ces variations périodiques peuvent être produites, en quelque sorte à volonté, soit par des arrosages, soit en interceptant tout ou partie des rayons lumineux par des écrans. On conçoit donc facilement combien cette question, en apparence si mystérieuse, du dégagement périodique des odeurs se trouve simplifiée, puisque les oscillations périodiques sont précisément la loi commune.

Mais, comme le temps lui-même, elles doivent être inconstantes, ce qui explique les dires contradictoires des observateurs.

» *Influence du climat.* — La lumière agit chimiquement, en fournissant l'énergie nécessaire à la production des carbures d'hydrogène odorants et à leurs transformations ultérieures; elle agit mécaniquement, en modifiant la pression osmotique des plantes et en tendant constamment à régulariser la turgescence des tissus. Il est facile, dès lors, de comprendre l'important changement que l'on observe dans la végétation, lorsque l'on passe des contrées septentrionales dans celles de la région méditerranéenne, en Algérie et en Tunisie, par exemple. Les feuillages épais de nos forêts, les tapis herbeux de nos prairies et de nos champs, toute cette verdure fait place à une végétation dure et squelettique; les feuilles, les rameaux y deviennent fréquemment épineux; la chlorophylle y perd sa teinte vert-pré et devient bleuâtre, grisâtre. La raison en est qu'il y a trop de lumière, pour une trop faible quantité d'eau.

» L'une des premières phases de la transformation du produit odorant, celle pendant laquelle les huiles essentielles, nouvellement formées, laissent dégager leurs plus suaves odeurs, est rapidement franchie dans ces contrées; la plupart du temps, les arbres, les arbustes, les plantes maraîchères même, ne renferment plus que des résines et des baumes plus ou moins médicamenteux; les fleurs ont un parfum sans finesse; les fruits ont une saveur forte et une odeur aromatique qui déplaît.

» *En résumé,* c'est la lumière et non pas l'oxygène, comme on l'a prétendu, qui est la principale cause de transformation et de destruction des substances odorantes; mais ces deux agents semblent, dans beaucoup de circonstances, combiner leurs efforts.

» L'action de la lumière se fait sentir de deux manières différentes : d'une part, elle agit comme puissance chimique capable de fournir de l'énergie à toutes les transformations par lesquelles passent les produits odorants, depuis leur élaboration jusqu'à leur totale résinification; d'autre part, elle exerce une action mécanique qui joue un rôle important dans la biologie générale des plantes, et cette propriété explique, en somme, le mode de dégagement périodique des parfums des fleurs. L'intensité du parfum d'une fleur dépend, en effet, de l'équilibre qui s'établit, à toute heure de la journée, entre la pression de l'eau dans les cellules, qui tend à refouler au dehors les parfums déjà élaborés contenus dans l'épiderme, et l'action de la lumière qui combat cette turgescence. Toute la physiologie des plantes à parfums découle de cette simple notion.

» On s'explique ainsi pourquoi, dans les contrées de l'Orient, les fleurs sont moins odoriférantes que dans nos contrées; pourquoi les arbres, les arbustes, les fruits, les légumes même, y sont parfois remplis de produits odorants plus ou moins résinifiés; on s'explique aussi pourquoi la végétation générale y est épineuse et squelettique : il y a, dans ces contrées, trop de lumière et pas assez d'eau. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Procédé pour prévenir le noircissement du cidre.* Note de MM. **Léon Dufour** et **Lucien Daniel**. (Extrait.)

« On sait que le cidre présente parfois la propriété de se colorer à l'air, en brun d'abord, puis en noir : on dit alors vulgairement que le cidre *se tue*. Nous avons remarqué que le noircissement du cidre est en relation avec la quantité de tanin que contient ce liquide. Il suffit de noter, avant l'analyse, si le cidre, versé dans un vase ouvert, reste inaltéré, ou s'il se tue légèrement, ou beaucoup : en comparant ces indications avec le contenu en tanin, fourni ultérieurement par l'analyse, on arrive à cette conclusion que les cidres se tuent d'autant plus qu'ils sont *plus riches en tanin*.

» Nous allons voir toutefois que d'autres substances, qui se trouvent dans le cidre, combattent l'effet du tanin : aussi existe-t-il des cidres qui, même riches en tanin, ne noircissent pas à l'air.

» Les solutions de tanin s'oxydent à l'air en prenant une teinte brune de plus en plus foncée. D'autre part, toute cause qui augmente l'altération des solutions de tanin, augmente aussi le noircissement du cidre. On sait, par exemple, que les solutions alcalines produisent une coloration brune et immédiate des solutions de tanin; ces mêmes solutions alcalines accentuent beaucoup le noircissement du cidre.

» Une autre cause accentue le noircissement pour certains cidres : il existe toujours dans le cidre des sels de fer qui, comme on le sait, précipitent le tanin en noir; il en résulte une coloration beaucoup plus foncée que celle qui serait produite par la simple oxydation du tanin.

» Pour combattre le noircissement du cidre, nous partons de ce fait connu, que la présence d'acides empêche les solutions de tanin de brunir à l'air.

» Si dans une série de tubes à essais, contenant la même quantité de cidre, on ajoute un même volume de solutions acides diversement concentrées, on constate, au bout d'un certain temps, que le cidre est d'autant moins altéré que la solution ajoutée *contient plus d'acide*. Parmi les divers acides (malique, citrique, tartrique, etc.) dont nous avons étudié l'action, c'est l'acide citrique qui nous a fourni les meilleurs résultats. La dose à employer dépend du contenu en tanin et de la proportion d'acides libres existant naturellement dans le cidre. En ajoutant 10^{gr} à 15^{gr} d'*acide citrique* par hectolitre, on obtient un effet suffisant avec un cidre qui ne s'altère pas très rapidement. Pour un cidre noircissant vite, on pourrait prendre

20gr à 30gr par hectolitre; on pourrait même ajouter jusqu'à 50gr dans un cidre exceptionnellement riche en tanin, pauvre en acides naturels, et dont le changement de couleur serait très intense. Même avec cette dose, on ne donne pas au cidre une acidité désagréable au goût (1). »

M. Ch. Legrand adresse la résolution d'une identité algébrique, signalée par Catalan.

M. J. Durot adresse la description d'un appareil pour les opérations de la galvanoplastie, auquel il donne le nom de « Balancier referendum, galvanogrammètre automatique ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 février 1896.

Résultats de l'application de la loi du 23 décembre 1874 concernant la protection des enfants placés en nourrice, par le Dr F. Lédé (de Paris). (Extrait de l'*Assistance*, 15-31 août, 30 septembre et 15 octobre 1895.) Clermont (Oise), Dair frères; in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

Des habitations des nourrices et des rapports des conditions d'hygiène de ces habitations avec la mortalité des enfants confiés à ces nourrices, par le Dr F. Lédé (de Paris), lauréat de l'Institut. (Extrait de la *Revue d'Hygiène*, Tome XVII, n° 9.) Paris, G. Masson, 1895; in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie. Rédacteur en chef : Gaston Tissandier. 15 février 1896. Paris, G. Masson; gr. in-8°.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 11 février 1896. Paris, G. Masson; in-8°.

Journal d'Hygiène (Climatologie), publié par le Dr PROSPER DE PIETRA SANTA. Jeudi 13 février 1896. Paris, Chaix; in-4°.

Le cinquantenaire de la Société des Sciences médicales de Gannat. Séance du 10 octobre 1895. *Hommage à Lavoisier.* Montluçon, 1895; gr. in-8°.

Transactions of the New York Academy of Sciences, late Lyceum of Natural History. Volume XIV. October 1894 to june 1895. New York, published by the Academy, 1895; in-8°.

Journal of the Tokyo chemical Society (Tokyo Kwagakukwai). Vol. XVI, nos 9-10; in-12.

ERRATA.

(Séance du 10 février 1896.)

Note de M. *F. Gonnard*, Sur quelques formes nouvelles de la calcite de Couzon (Rhône) :

Page 349, ligne 8, *supprimez* $d^{\frac{5}{3}}$ $(50\bar{3})$, $d^{\frac{3}{2}}$ $(30\bar{2})$.

Même page, ligne 10, *au lieu de* 17, *lisez* 15.

Même page, dernière ligne, *au lieu de* tantozonales, *lisez* tautozonales.

Page 350, ligne 22, *au lieu de* les faces $d^{\frac{7}{4}}$, $d^{\frac{5}{3}}$ et $d^{\frac{3}{2}}$ donnent d'assez bonnes incidences, *lisez* la face $d^{\frac{7}{4}}$ donne d'assez bonnes mesures.

(Séance du 17 février 1896.)

Note de M. *Henri Moissan*, Sur le carbure de lithium :

Page 362, ligne 14, *lisez*

$$CO^3Li^2 + 4C = C^2Li^2 + 3CO.$$

Page 363, ligne 36, *lisez*

	I.	II.	III.	Théorie pour C^2Li^2.
Carbone	62,85	62,92	62,97	63,15
Lithium	36,31	36,29	36,40	36,84

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la divergence des séries de la Mécanique céleste.* Note de M. **H. Poincaré.**

« M. Hill a publié, dans le *Bulletin of the American Mathematical Society*, une Note intitulée : *On the convergence of the series used in the subject of perturbations,* et dont les résultats semblent au premier abord en contradiction avec ceux que j'ai obtenus. Je crois donc nécessaire de montrer que cette contradiction n'est qu'apparente; j'ajouterai même que le principal théorème de M. Hill avait déjà été démontré par moi.

» Je rappelle succinctement les propositions que j'ai énoncées (*Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste,* t. II, Chap. XIII) :

» Mettons les équations de la Mécanique céleste sous la forme

$$(1)\qquad \frac{dx_i}{dt}=\frac{dF}{dy_i},\qquad \frac{dy_i}{dt}=-\frac{dF}{dx_i}.$$

La fonction F est périodique par rapport aux y_i; elle dépend des x_i d'une manière quelconque. De plus, certains de ses termes sont très petits par rapport aux autres, et nous pouvons mettre en évidence l'ordre de grandeur de ces différents termes en introduisant une quantité très petite μ et en développant F suivant les puissances de μ sous la forme

$$F = F_0 + \mu F_1 + \mu^2 F_2 + \ldots;$$

F_0 ne dépend pas de y_i.

» On trouve alors qu'on peut satisfaire formellement aux équations (1) par des séries de la forme

$$(2)\qquad \begin{cases} x_i = x_i^0 + \mu x_i^1 + \mu^2 x_i^2 + \ldots \\ y_i = w_i + \mu y_i^1 + \mu^2 y_i^2 + \ldots \end{cases} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où les x_i^k et les y_i^k sont des fonctions périodiques des quantités

$$w_i = n_i t + \varpi_i;$$

les ϖ_i sont des constantes d'intégration; les n_i sont des constantes (dites *moyens mouvements*) qui sont développables en séries ordonnées suivant les puissances de μ.

» Les x_i^k ou y_i^k sont eux-mêmes développables en séries de la forme

$$(3)\qquad x_i^k \,(\text{ou } y_i^k) = \Sigma A \cos(m_1 w_1 + m_2 w_2 + \ldots + m_n w_n + h).$$

On peut alors se demander :

» 1° Si les séries (3) convergent;

» 2° Si [en admettant que les séries (3) convergent et que, par conséquent, on puisse former les séries (2)] les séries (2) convergent.

» Pour simplifier l'exposition de cette discussion, je supposerai deux arguments seulement w_1 et w_2 et deux moyens mouvements n_1 et n_2. Commençons par l'étude des séries (3).

» Si le rapport des moyens mouvements est commensurable, un des termes de la série devient infini; laissons de côté ce cas.

» J'ai montré (p. 96, 97) que les valeurs incommensurables du rapport des moyens mouvements peuvent se répartir en deux catégories : celles pour lesquelles la série converge, celles pour lesquelles la série diverge, et que dans tout intervalle, *si petit qu'il soit*, il y a des valeurs de la première catégorie et des valeurs de la deuxième.

» J'ai démontré, en particulier, que la série converge pour les valeurs incommensurables dont le carré est commensurable.

» C'est ce dernier résultat que retrouve M. Hill par une démonstration de tout point semblable à la mienne, mais il le généralise en montrant qu'il en est de même pour toutes les valeurs qui satisfont à une équation algébrique à coefficients entiers.

» Il n'y a donc, on le voit, aucun désaccord.

» Le point essentiel n'en subsiste pas moins, quelle que soit l'approximation avec laquelle les moyens mouvements seront connus; nous ne pourrons assigner une limite supérieure à l'erreur commise en s'arrêtant à un terme de la série.

» La convergence de la série ne peut être uniforme.

» Passons maintenant au second point : je veux dire à la convergence des séries (2). Cette question n'est pas abordée par M. Hill.

Il semble d'abord qu'elle ne doive même pas se poser, puisque la convergence des séries (3), quand elle a lieu, n'est pas uniforme. Mais un artifice très simple permet de former néanmoins les séries (2).

» Si, en effet, les fonctions F_1, F_2, etc. ne contiennent chacune qu'un nombre fini de termes, chacune des séries (3) se réduira également à un nombre fini de termes. Sa convergence sera donc assurée.

» A la vérité, il n'en est pas ainsi quand μ représente une des masses perturbatrices; il en serait ainsi, au contraire, dans la théorie de la Lune, ou bien encore si l'on développait à la fois suivant les puissances des masses et des excentricités.

» Dans tous les cas, μ ne joue d'autre rôle que celui de quantité très petite, et rien n'empêche de grouper ensemble, sous la notation $\mu^n F_n$, tous les termes dont les coefficients sont des quantités du $n^{\text{ième}}$ ordre de grandeurs.

» Grâce à cet artifice, les séries (3) deviennent convergentes et il s'agit d'envisager les séries (2).

» Malheureusement, ici, le mode de démonstration employé par M. Hill, et dont je m'étais également servi pour les séries (3), cesse d'être applicable; je n'ai donc rien à changer à mes conclusions, dont il importe de bien se rappeler la portée exacte, que j'ai cherché à préciser autant que possible. »

PHYSIQUE. — *Observations au sujet de la photographie à travers les corps opaques.* Note de M. A. D'ARSONVAL.

« Les personnes qui ont cherché à répéter les expériences de M. Le Bon se divisent en deux catégories : les unes ont obtenu des résultats positifs, tels sont MM. Armagnac (de Bordeaux), Murat (du Havre), Braun (de Paris), etc. ; d'autres, comme MM. Lumière, Londe, Édouard Monod, etc., n'ont obtenu aucune image.

» J'ai moi-même répété ces expériences et je crois être arrivé à trouver la cause de ce désaccord entre des observateurs également consciencieux et habiles. Les uns et les autres ont raison : tout dépend des conditions opératoires. En opérant comme MM. Lumière, c'est-à-dire en exposant aux rayons solaires une plaque sensible protégée par un écran métallique, je n'ai obtenu aucune impression de la plaque, lors même que l'écran métallique était constitué par une plaque d'aluminium très mince. Le métal n'est donc pas traversé par les radiations solaires, ce qui semble infirmer les résultats obtenus par M. Le Bon.

» Il n'en est plus de même si l'on interpose entre la plaque métallique et les rayons solaires une épaisse lame de glace, semblable à celles que l'on trouve dans les châssis servant au tirage des positifs. Dans ces conditions, j'ai constaté une impression très faible de la plaque sensible, à la longue, comme M. Le Bon. Si l'on place sur la plaque métallique un morceau de verre d'urane, l'impression de la glace sensible se fait plus vite. Tous les verres ne sont pas également bons. Ceux qui donnent les meilleurs résultats sont ceux qui ont une fluorescence jaune verdâtre lorsqu'on les éclaire dans l'obscurité par l'étincelle électrique. J'ai reconnu, d'ailleurs, qu'il en est de même pour les ampoules donnant des rayons de Röntgen. On peut remplacer l'ampoule de Crookes par une lampe à incandescence qu'on rend fluorescente en faisant communiquer le filament avec un des pôles d'une bobine à haute fréquence.

» Toutes les lampes à incandescence qui donnent une fluorescence jaune verdâtre remplacent très bien l'ampoule de Crookes; celles, au contraire, dont la fluorescence est violette ou bleuâtre ne donnent presque rien. J'ai obtenu également un bon résultat en employant un simple tube de Geissler entouré d'une solution de fluorescéine.

» En un mot, il résulte des expériences ci-dessus que tous les corps

qui émettent des radiations fluorescentes de couleur jaune verdâtre peuvent impressionner la plaque photographique à travers les corps opaques.

» Les résultats contradictoires ci-dessus s'expliquent donc très bien en tenant compte des faits signalés par MM. Charles Henry, Niewenglowski, et surtout par notre confrère M. Henri Becquerel dans les dernières séances. Les corps fluorescents émettent des radiations jouissant des propriétés des rayons X conformément à l'hypothèse de notre confrère M. Poincaré.

» De tous ces faits il résulte que le rôle des rayons cathodiques dans les expériences de Röntgen semble se borner à exciter la fluorescence du verre spécial composant l'ampoule de Crookes. »

PHYSIQUE. — *Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« Dans la dernière séance, j'ai indiqué sommairement les expériences que j'avais été conduit à faire pour mettre en évidence les radiations invisibles émises par certains corps phosphorescents, radiations qui traversent divers corps opaques pour la lumière.

» J'ai pu étendre ces observations, et, bien que je me propose de continuer et de développer l'étude de ces phénomènes, leur actualité me conduit à exposer, dès aujourd'hui, les premiers résultats que j'ai obtenus.

» Les expériences que je rapporterai ont été faites avec les radiations émises par des lamelles cristallines de sulfate double d'uranyle et de potassium

$$[SO^4(UO)K + H^2O],$$

corps dont la phosphorescence est très vive et la durée de persistance lumineuse inférieure à $\frac{1}{100}$ de seconde. Les caractères des radiations lumineuses émises par cette substance ont été étudiés autrefois par mon père et j'ai eu, depuis, l'occasion de signaler quelques particularités intéressantes que présentent ces radiations lumineuses.

» On peut vérifier très simplement que les radiations émises par cette substance, quand elle est exposée au soleil ou à la lumière diffuse du jour, traversent, non seulement des feuilles de papier noir, mais encore divers métaux, par exemple une plaque d'aluminium et une mince feuille de cuivre. J'ai fait notamment l'expérience suivante :

» Une plaque Lumière, au gélatino-bromure d'argent, a été enfermée dans un châssis opaque en toile noire, fermé d'un côté par une plaque

d'aluminium; si l'on exposait le châssis en plein soleil, même pendant une journée entière, la plaque ne serait pas voilée; mais, si l'on vient à fixer sur la plaque d'aluminium, à l'extérieur, une lamelle du sel d'uranium, que l'on peut, par exemple, assujettir avec des bandes de papier, et si l'on expose le tout pendant plusieurs heures au soleil, on reconnaît, lorsqu'on développe ensuite la plaque par les procédés ordinaires, que la silhouette de la lamelle cristalline apparaît en noir sur la plaque sensible et que le sel d'argent a été réduit en face de la lamelle phosphorescente. Si la lame d'aluminium est un peu épaisse, l'intensité de l'action est moindre qu'au travers de deux feuilles de papier noir.

» Si, entre la lamelle du sel d'uranium et la lame d'aluminium ou le papier noir, on interpose un écran formé d'une lame de cuivre, de $0^{mm},10$ environ d'épaisseur, par exemple en forme de croix, on observe dans l'image la silhouette de cette croix, en plus clair, mais avec une teinte indiquant cependant que les radiations ont traversé la lame de cuivre. Dans une autre expérience, une lame de cuivre plus mince ($0^{mm},04$) a affaibli beaucoup moins les radiations actives.

» La phosphorescence provoquée, non plus par les rayons solaires directs, mais par les radiations solaires réfléchies sur le miroir métallique d'un héliostat, puis réfractées par un prisme et une lentille de quartz, a donné lieu aux mêmes phénomènes.

» J'insisterai particulièrement sur le fait suivant, qui me paraît tout à fait important et en dehors des phénomènes que l'on pouvait s'attendre à observer : Les mêmes lamelles cristallines, placées en regard de plaques photographiques, dans les mêmes conditions et au travers des mêmes écrans, mais à l'abri de l'excitation des radiations incidentes et maintenues à l'obscurité produisent encore les mêmes impressions photographiques. Voici comment j'ai été conduit à faire cette observation : Parmi les expériences qui précèdent, quelques-unes avaient été préparées le mercredi 26 et le jeudi 27 février et, comme ces jours-là, le soleil ne s'est montré que d'une manière intermittente, j'avais conservé les expériences toutes préparées et rentré les châssis à l'obscurité dans le tiroir d'un meuble, en laissant en place les lamelles du sel d'uranium. Le soleil ne s'étant pas montré de nouveau les jours suivants, j'ai développé les plaques photographiques le 1er mars, en m'attendant à trouver des images très faibles. Les silhouettes apparurent, au contraire, avec une grande intensité. Je pensai aussitôt que l'action avait dû continuer à l'obscurité et je disposai l'expérience suivante :

» Au fond d'une boîte en carton opaque, j'ai placé une plaque photographique, puis, sur la face sensible, j'ai posé une lamelle du sel d'uranium, lamelle convexe qui ne touchait le gélatino-bromure que seulement en quelques points; puis, à côté, j'ai disposé sur la même plaque une autre lamelle du même sel, séparée de la surface du gélatino-bromure par une mince lame de verre; cette opération étant exécutée dans la chambre noire, la boîte a été refermée, puis enfermée dans une autre boîte en carton, puis dans un tiroir.

» J'ai opéré de même avec le châssis fermé par une plaque d'aluminium, dans lequel j'ai mis une plaque photographique, puis à l'extérieur une lamelle du sel d'uranium. Le tout a été enfermé dans un carton opaque, puis dans un tiroir. Au bout de cinq heures, j'ai développé les plaques, et les silhouettes des lamelles cristallines ont apparu en noir, comme dans les expériences précédentes et comme si elles avaient été rendues phosphorescentes par la lumière. Pour la lamelle posée directement sur la gélatine, il y avait à peine une différence d'action entre les points de contact et les parties de la lamelle qui s'écartaient d'un millimètre environ de la gélatine; la différence peut être attribuée à la distance différente des sources des radiations actives. L'action de la lamelle placée sur une lame de verre a été très légèrement affaiblie, mais la forme de la lamelle a été très bien reproduite. Enfin, au travers de la feuille d'aluminium, l'action a été considérablement plus faible, mais cependant très nette.

» Il importe d'observer que ce phénomène ne paraît pas devoir être attribué à des radiations lumineuses émises par phosphorescence, puisque, au bout de $\frac{1}{100}$ de seconde, ces radiations sont devenues si faibles qu'elles ne sont presque plus perceptibles.

» Une hypothèse qui se présente assez naturellement à l'esprit serait de supposer que ces radiations, dont les effets ont une grande analogie avec les effets produits par les radiations étudiées par MM. Lenard et Röntgen, seraient des radiations invisibles émises par phosphorescence, et dont la durée de persistance serait infiniment plus grande que la durée de persistance des radiations lumineuses émises par ces corps. Toutefois, les expériences présentes, sans être contraires à cette hypothèse, n'autorisent pas à la formuler. Les expériences que je poursuis en ce moment pourront, je l'espère, apporter quelques éclaircissements sur ce nouvel ordre de phénomènes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le travail musculaire emprunte-t-il directement de l'énergie aux albuminoïdes des aliments?* par M. A. Chauveau, avec la collaboration de M. C. Contejean.

« Chez l'animal en état d'inanition (voir *Comptes rendus*, 24 février 1896), le travail musculaire, au moment de son exécution ou immédiatement après, n'accélère pas la formation des déchets azotés, ce qui prouve qu'il ne puise pas l'énergie qui l'engendre dans la combustion des albuminoïdes *déjà incorporés* aux tissus ou aux humeurs de l'économie animale. Les matières quaternaires *qui sont à incorporer*, c'est-à-dire celles que l'alimentation vient d'introduire dans l'organisme, partagent-elles cette inaptitude à servir directement de potentiel énergétique pour la création du travail musculaire?

» Les faits que je vais ajouter à ceux qui existent déjà dans la Science permettent de répondre affirmativement sans aucune hésitation. Des expériences, instituées d'après les mêmes principes que l'expérience précédemment consacrée à l'étude de la question chez le sujet en état d'abstinence, vont démontrer, en effet, que, dans le cas d'une copieuse alimentation exclusivement quaternaire, les combustions azotées ne sont pas plus accrues par le travail que dans le cas d'inanition.

» *Méthode expérimentale.* — Cette marche de l'excrétion de l'azote urinaire, chez les sujets soumis au régime animal, est bien connue dans ses grandes lignes. On sait que la totalité des aliments protéiques fournis par l'alimentation et digérés par l'animal, sauf la faible partie destinée à remplacer les substances albuminoïdes soustraites à l'organisme par les dislocations rénovatrices, s'oxydent pour se préparer à leur incorporation sous forme d'hydrates de carbone ou de graisse. Ces nouveaux corps ne contiennent plus trace de l'azote primitif. La totalité de cet azote primitif a été graduellement éliminée à l'état d'urée, d'acide urique, de créatinine, etc., à partir des premiers temps du travail digestif. Donc, chez le sujet nourri de matières azotées, le taux de l'azote urinaire, aux différentes périodes de la digestion, permet de se rendre compte de la marche de leur assimilation et des combustions qu'elles éprouvent pour devenir utilisables comme potentiel énergétique propre à la création ultérieure du travail musculaire.

» Il est certain que, si le travail exécuté par les muscles pendant la di-

gestion détournait les albuminoïdes de cette destination, si ces substances étaient alors directement consommées comme potentiel, la marche de leur oxydation serait profondément modifiée, et le trouble se traduirait fidèlement dans l'excrétion de l'azote par l'urine. Or, il est impossible, comme on va voir, d'imaginer un phénomène plus régulier, plus stable, plus uniforme que l'excrétion azotée par laquelle se traduit la marche des combustions des albuminoïdes de source alimentaire. Le travail musculaire n'y introduit aucune modification.

» Les expériences peuvent être faites avec divers aliments protéiques. Nous avons choisi d'une part la viande crue dégraissée, qui est le meilleur type d'aliment formé d'albuminoïdes vrais; d'autre part, la gélatine qui constitue un autre type absolument distinct du premier.

» Les deux aliments sont très bien digérés par le chien. Tous deux subissent avec la même facilité les transformations nécessaires à leur assimilation aux réserves d'hydrates de carbone ou de graisse. Mais la viande seule peut distraire de cette destination la quantité d'albuminoïdes qui s'incorpore en nature aux éléments des tissus et des humeurs, pour la réparation des pertes qu'entraîne leur incessante rénovation. La gélatine, impropre à cette réparation, se transforme toujours, *tout entière*, en réserves ternaires.

» Nonobstant cette différence, les deux substances se prêtent, avec la même facilité à peu près, aux expériences propres à l'étude de la question posée.

» Ces expériences se divisent en deux groupes. Le premier a été consacré à l'étude de l'influence que le travail exerce sur la marche des oxydations quaternaires, dans le cas d'alimentation avec la viande crue (albuminoïdes vrais). Dans l'autre groupe sont les expériences où l'on fait la même étude sur les sujets nourris exclusivement de gélatine.

PREMIER GROUPE D'EXPÉRIENCES (*Alimentation carnée*).

» Ce groupe se subdivise en deux séries : l'une où le travail intervenant a été exécuté dans les premiers temps de l'assimilation des albuminoïdes de la ration; l'autre ayant pour but de se rendre compte de ce qui arrive, quand le travail musculaire n'intervient qu'au moment où l'assimilation bat son plein.

» SÉRIE A. — *Travail intervenant entre la deuxième et la troisième heure après le repas.* — Vieille chienne pesant $11^{kg},100$, nourrie à la viande crue depuis la veille.

» Les expériences durent trois jours, du 4 au 6 octobre. Chaque jour, le sujet reçoit, à 8^h du matin, 650^{gr} de viande crue, dont on détermine chaque fois la teneur en azote avec le plus grand soin. La boisson, 200^{cc} d'eau, est donnée à la sonde, seulement

à 8h du soir, pour soustraire les oxydations du jour à l'influence possible de cet agent perturbateur.

» Tous les jours, à 6h du matin, la vessie est vidée une première fois, puis ensuite à 8h, immédiatement après le repas, et enfin de deux en deux heures jusqu'au soir.

» Le premier jour, on fait faire au sujet 1000 kilogrammètres (montée et descente) en trente-cinq minutes. Le deuxième, il en exécute 2000 en une heure. On le laisse au repos complet le troisième jour.

» Voici les résultats des analyses :

		1er jour (1000kgm).	2e jour (2000kgm).	3e jour (repos).
Azote contenu dans la viande ingérée (*Azote entrant*)		gr 22,59	gr 22,72	gr 22,95
Azote contenu dans l'urine des vingt-quatre heures qui suivent le repas (*Azote sortant*)		20,230	19,572	» (1)
Azote urinaire excrété dans les deux heures qui précèdent immédiatement le repas...		1,215	0,772	1,082
Azote urinaire de 6 périodes de 2 heures après le repas	1re période, de 8h à 10h...	1,408	1,029	1,369
	2e » de 10h à 12h...	1,711 (trav.)	1,362 (trav.)	1,827
	3e » de 12h à 2h...	1,912	1,811	1,949
	4e » de 2h à 4h...	2,081	1,997	1,822
	5e » de 4h à 6h...	2,140	1,800	1,893
	6e » de 6h à 8h...	2,000	1,881	»
Azote urinaire de la nuit (de 8h du soir à 6h du matin)		8,206	8,616	»
Azote urinaire des deux dernières heures (de 6h à 8h du matin)		0,772	1,082	»

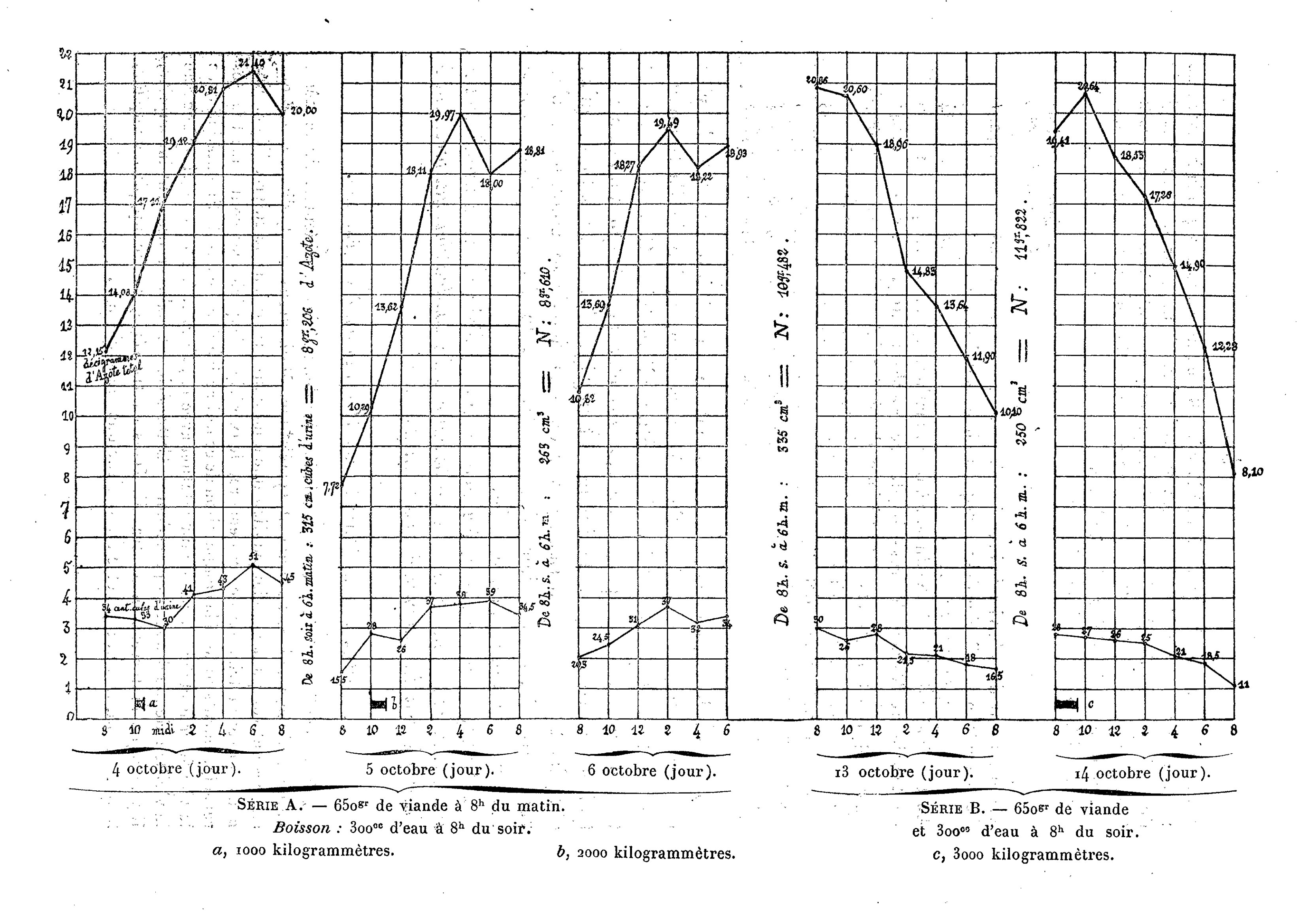
» Inutile d'insister sur la signification de ces chiffres. Quand on les compare, soit dans la même colonne, soit d'une colonne à l'autre, on voit, du premier coup d'œil, que l'excrétion azotée s'est faite comme si le travail n'était pas intervenu. Mais ceci se voit encore mieux sur le graphique qui traduit en courbes les principaux résultats des deux séries d'expériences du premier groupe.

» Série B. — *Travail intervenant entre la* 12e *et la* 13e *heure après le repas.* — Même sujet, pesant alors 11kg,600, nourri depuis l'avant-veille avec 650gr de viande crue.

» Les expériences ont lieu les 13 et 14 octobre. On laisse l'animal au repos, le 13. Il travaille le 14. Tout se passe exactement comme dans les expériences de la 1re série,

---

(1) Ce troisième jour, un accident a interrompu l'expérience dans la soirée et nous empêche de donner la quantité totale d'azote éliminé. Mais nous avons heureusement, pour cette expérience, les chiffres les plus intéressants, ceux qui montrent la marche de l'excrétion azotée jusqu'à la dixième heure après le repas.



SÉRIE A. — 650gr de viande à 8h du matin.
Boisson : 300cc d'eau à 8h du soir.
a, 1000 kilogrammètres. *b*, 2000 kilogrammètres.

SÉRIE B. — 650gr de viande et 300cc d'eau à 8h du soir.
c, 3000 kilogrammètres.

sauf que le repas de viande est donné le soir à 8^h, en même temps que la boisson ; de plus, le travail (3000^{kgm} cette fois) est exécuté douze heures après, entre 8^h et $9^h 30^m$ du matin. Ce travail intervient donc à peu près au moment où les combustions transformatrices de la ration alimentaire sont à leur maximum, ou tout au moins tout à fait au début de la période descendante.

» Voici les résultats des analyses :

		1er jour (repos).	2e jour (3000^{kgm}).
		gr	gr
Azote contenu dans la viande ingérée (*Azote entrant*).......		23,510	22,220
Azote contenu dans l'urine des vingt-quatre heures qui suivent le repas (*Azote sortant*)...............................		21,571	22,934
Azote urinaire de la nuit (8^h du soir à 6^h du matin).........		10.482	11,822
Azote urinaire des deux heures suivantes (de 6^h à 8^h du matin).		2,086	1,941
Azote urinaire de 6 périodes de deux heures, à partir du moment où le sujet commence son travail de 3000^{kgm}.	1re période, de 8^h à 10^h......	2,060	2,064 (Tr.)
	2e » de 10^h a 12^h......	1,896	1,853
	3e » de 12^h à 2^h......	1,483	1,726
	4e » de 2^h à 4^h......	1,364	1,490
	5e » de 4^h à 6^h......	1,190	1,228
	6e » de 6^h à 10^h......	1,010	0,810

» Ainsi, le déplacement du moment de travail intercurrent n'a rien changé à son influence sur l'excrétion azotée, indice de l'activité des combustions transformatrices de la ration alimentaire. Cette influence est toujours nulle. Il n'y a pas, en effet, à faire état, pour la question que nous traitons en ce moment, des infimes et négligeables perturbations qu'en cherchant bien on pourrait trouver dans la deuxième colonne. Il s'en rencontre d'analogues hors l'état de travail : le Tableau précédent, et surtout le graphique, en font foi.

» Donc, cette série d'expériences confirme pleinement la première : *le travail musculaire ne change rien à la marche des combustions qui président à l'assimilation des albuminoïdes alimentaires*.

DEUXIÈME GROUPE D'EXPÉRIENCES (*Alimentation à la gélatine*).

» Nous voulions répéter, avec la gélatine, les deux séries précédentes, sur le même animal, d'une manière absolument symétrique. Malheureusement, diverses circonstances ont rompu la marche parallèle que nous nous proposions de suivre. Néanmoins nous pouvons offrir, dans ce cas encore, deux séries d'expériences contenant tous les renseignements utiles à la comparaison de ce qui arrive dans le cas d'alimentation avec la viande crue et dans le cas d'alimentation avec la gélatine. L'une des séries concerne la vieille chienne des séries précédentes. Cette série est malheureusement incomplète, il y manque l'intervention du travail. Dans l'autre série, beaucoup plus complète, l'influence du travail a pu être étudiée sur une jeune chienne.

» Série A'. — *Marche des oxydations azotées sur la vieille chienne précédente, nourrie avec de la gélatine.* — Cette chienne, à jeun depuis trois jours, reçoit le 31 octobre, puis les 1er et 2 novembre, à 8h du matin, 170gr de gélatine dissoute dans 500gr d'eau tiède.

» Les urines n'ont pas été recueillies le premier jour. Voici, pour les deux autres journées, le bilan de l'entrée et de la sortie de l'azote :

		2e jour.	3e jour.
		gr	gr
Azote contenu dans la gélatine (*Azote entrant*)		22,860	22,820
Azote contenu dans l'urine des vingt-quatre heures qui suivent le repas (*Azote sortant*)		23,570	23,679
Azote urinaire excrété dans les deux heures qui précèdent immédiatement l'administration de la gélatine		0,517	0,739
Azote urinaire de 6 périodes de deux heures, après le repas de gélatine	1re période de 8h à 10h	1,084	1,110
	2e » de 10h à 12h	1,776	1,483
	3e » de 12h à 2h	2,328	1,989
	4e » de 2h à 4h	2,488	2,627
	5e » de 4h à 6h	2,716	2,894
	6e » de 6h à 8h	2,768	2,799
Azote urinaire de la nuit (8h du soir à 6h du matin)		9,671	9,949
Azote urinaire des deux heures suivantes (6h à 8h du matin)		0,739	0,828

» On voit que, dès la première période de 2 heures qui suit l'ingestion de la gélatine, celle-ci a commencé à s'introduire dans le torrent circulatoire et à y subir les oxydations qui aboutissent à l'élimination complète de son azote. Cette élimination va croissant dans les périodes suivantes et arrive à son maximum de la dixième à la douzième heure. C'est à peu près ainsi que les choses se passent avec l'alimentation carnée et tous les albuminoïdes vrais. L'analogie des chiffres des deux colonnes du Tableau ci-dessus avec ceux du Tableau de la série A est vraiment frappante. Une seule différence existe, en effet. Elle porte sur le rapport de l'azote sortant avec l'azote entrant. Celui-ci est moins abondant que celui-là. On sait à quoi tient cette inversion. L'animal nourri à la gélatine rend plus d'azote qu'il n'en prend, parce que, en sus de l'azote alimentaire, qui s'élimine en entier, cet animal continue à perdre celui que les dislocations rénovatrices lui enlèvent, sans qu'il y ait remplacement de cette perte, la gélatine y étant, du reste, impropre.

» Série B'. — *Marche des oxydations azotées sur une jeune chienne nourrie exclusivement à la gélatine, avec ou sans travail intercurrent.* — Cette jeune chienne a eu, pendant la durée des expériences, un poids moyen de 19kg,5 à 20kg. Remarquablement apte à jouer son rôle, elle avait pourtant l'inconvénient (très commun du reste) de vomir facilement la ration de gélatine qu'on lui administrait avec la sonde,

ce qui a déterminé quelques lacunes et amené quelques interruptions dans la suite des expériences. Celles dont on a pu suivre les résultats, d'ailleurs très démonstratifs, ont eu lieu les 3, 4, 7, 11 et 13 décembre.

» La quantité de gélatine administrée a toujours été de 170^{gr} (même quantité que chez la chienne précédente). C'est à 8^{h} du matin que l'ingestion avait lieu.

» Sauf le premier jour, où l'animal est resté au repos, pour fournir un terme de comparaison, il y a eu travail commençant à 10^{h} et finissant à 11^{h}. La valeur en a varié de 5790^{kgm} à 6517^{kgm}.

» Le Tableau suivant donne le résultat des analyses :

	A 3 décembre (repos).	B 4 décembre (6090^{kgm}).	C 7 décembre (5790^{kgm}).	D 11 décembre (6527^{kgm}).	E 13 décembre (6402^{kgm}).
Azote de a gélatine ingérée (*Azote entrant*)	gr 21,790	gr 21,900	gr 21,900	gr 22,040	gr 20,970
Azote de l'urine des vingt-quatre heures qui suivent le repas (*Azote sortant*).	26,336	» (1)	26,955	» (1)	23,453
Azote urinaire excrété dans les deux heures qui précèdent immédiatement le repas	0,889	1,543	1,767	0,302	0,698
Azote urinaire de 6 périodes de 2 heures après l'administration de la gélatine. 1ère période, de 8^{h} à 10^{h}.	1,102	2,043	1,759	0,372	1,063
2e » de 10^{h} à 12^{h}.	2,402	3,254 (Tr.)	2,697 (Tr.)	1,070 (Tr.)	2,192 (Tr.)
3e » de 12^{h} à 2^{h}.	3,352	3,994	3,159	1,401	3,113
4e » de 2^{h} à 4^{h}.	4,021	4,219	3,766	2,412	3,440
5e » de 4^{h} à 6^{h}.	3,654	3,365	3,560	»	3,551
6e » de 6^{h} à 8^{h}.	2,387	2,149	2,917	»	2,482
Azote urinaire de la nuit (de 8^{h} du soir à 6^{h} du matin)	7,875	»	8,165	»	6,497
Azote urinaire des deux dernières heures (de 6^{h} à 8^{h} du matin)	1,543	»	0,932	»	1,115

» A part quelques caractères spéciaux (exagération de l'écart entre l'azote entrant et l'azote sortant, maximum de l'excrétion azotée atteint plus rapidement) dont il n'y a pas lieu de s'occuper maintenant et qui tiennent à la faiblesse de la ration de gélatine par rapport au poids de l'animal, les colonnes du Tableau de la série B′ montrent exactement la même marche de l'excrétion de l'azote urinaire que celles du Tableau de la série A′. *Cette marche n'est influencée en rien par le travail intercurrent.*

» Voilà notre démonstration terminée.

---

(1) Absence du chiffre total de l'excrétion azotée, les analyses partielles étant restées incomplètes (par suite de réjection d'une partie de la ration au cours de l'expérience).

» Conclusions. — Elles sont nettes, comme les faits qui les imposent.

» 1° *Le travail musculaire, si actif qu'il soit, n'apporte directement aucune modification à la marche ou à la nature des transformations qui président à l'incorporation et à l'utilisation des protéines alimentaires. Ces transformations, qui ont pour témoin sûr et pour mesure exacte de leur activité leur principal résidu, l'excretum azoté de l'urine, continuent à s'effectuer exactement comme si le travail n'intervenait en aucune manière.*

» 2° *Ainsi, le travail musculaire n'emprunte pas plus aux albuminoïdes ingérés qu'aux albuminoïdes déjà incorporés l'énergie immédiatement et directement consacrée à l'exécution de ce travail.*

» 3° *Donc, il n'est pas dans la destination immédiate des aliments azotés de jouer le rôle de potentiel énergétique directement consommé par et pour le travail musculaire.* »

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** présente à l'Académie un Volume de M. *A. Monmerqué*, intitulé : « Contrôle des installations électriques, au point de vue de la sécurité ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *René de Kerallain*, intitulé : « La jeunesse de Bougainville et la guerre de Sept ans ».

2° Le VII^e Volume des « Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, Tome VIII ». (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine (1895 c), faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner;* par M. F. **Rossard**. Note présentée par M. F. Tisserand.

Observations de la comète.

Dates 1896.		Étoiles.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.
Fév.	6.....	a 4938 BD—4°	—1^m.32^s,82	— 8′.21″,5	9:10
	7.....	a 4938 BD—4	—1.13,61	+ 8.34,3	18:20

Dates 1896.	Étoiles.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.
		m s	′ ″	
8.....	*b* 4711 BD—3°	+0.39,14	—12. 5,2	18:20
8.....	*c* 4706 BD—3	+1.26,38	— 3. 0,2	18:20
11.....	*d* 4727 BD—3	—0.53,64	+ 7.23,7	18:20
11.....	*e* 5133 BD—2	—1.28,26	—11.51,1	18:20
24.....	*f* 4337 BD+0	—0.30,94	— 6. 3,9	12:16
24.....	*g* 4331 BD+0	+1. 3,13	+ 3.24,0	12:16

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1896.		Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Fév. 6...	*a*	19.44.21,04	—0,35	—4.11. 1,8	—10,6	½(Weisse₁ 1069 + Munich₁ 21919)
7...	*a*	19.44.21,04	—0,33	—4.11. 1,8	—10,7	Id.
8...	*b*	19.43. 2,51	—0,32	—3.32.38,0	—10,9	Schjellerup 7604
8...	*c*	19.42.15,24	—0,32	—3.41.46,5	—10,9	Schjellerup 7598
11...	*d*	19.45.11,88	—0,27	—3. 2.46,8	—11,0	Munich₁ 21971
11...	*e*	19.45.45,91	—0,27	—2.43.24,2	—11,0	¼(Weisse₁ 1109 + Munich₁ 22018 + Grenwich 3254 + Radc. III 5305)
24...	*f*	19.47.10,64	—0,03	+0.44.20,4	—12,3	⅙(Weisse₁ 1144 + Munich₁ 22100 + Stone 10690 + Cap 1373 + B.A.C 6811 + Glasgow₁ 4926)
24...	*g*	19.45.36,80	—0,03	+0.34.52,0	—12,3	¼[Weisse 1107 + Munich₁ 22004 + Glasgow₁ 4917 + Glasgow₂ 1687]

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Fév. 6.......	17.55.49	19.42.47,87	$\bar{1},605_n$	—4.19.33,9	07,93
7.......	17.49.25	19.43. 7,10	$\bar{1},607_n$	—4. 2.38,2	0,793
8.......	18. 3.18	19.43.41,33	$\bar{1},594_n$	—3.44.54,1	0,795
8.......	18. 3.18	19.43.41,30	$\bar{1},594_n$	—3.44.57,6	0,795
11.......	17.42.41	19.44.17,97	$1,601_n$	—2.55.34,1	0,791
11.......	17.47. 2	19.44.17,38	$\bar{1},597_n$	—2.55.26,3	0,792
24.......	17.34.17	19.46.39,67	$1,562_n$	+0.38. 4,2	0,780
24.......	17.34.17	19.46.39,90	$\bar{1},562_n$	+0.38. 3,7	0,780

ASTRONOMIE. — *Sur un moyen de reconnaître les plus petites variations de marche des horloges astronomiques.* Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Tisserand.

« Quand on compare des catalogues d'étoiles fondamentales basés sur des positions indépendantes, on trouve, entre leurs ascensions droites, des discordances notables, plus grandes surtout que ne le comporte le nombre des observations employées. Ces ascensions droites présentent, de l'un à l'autre de ces catalogues, non seulement des différences constantes, mais aussi des différences variant systématiquement avec l'ascension droite.

» C'est que, si l'étoile considérée est rapportée directement au Soleil, il faut supposer que, dans l'intervalle des passages méridiens, la marche de l'horloge est restée parfaitement uniforme; et, s'il n'en est pas ainsi, on n'a d'autre moyen, pour déterminer sa variation de marche, que l'emploi des étoiles mêmes dont on veut perfectionner les positions.

» Si l'on ajoute que l'état du ciel ne permet pas de répartir convenablement les observations, de relier entre elles des régions suffisamment éloignées, on sera peu surpris des discordances qui viennent d'être rappelées.

» Ces discordances tiennent donc, en partie du moins, aux irrégularités de marche des horloges, irrégularités dues à plusieurs causes : parmi elles, les variations de température exercent d'autant plus d'influence qu'elles se reproduisent périodiquement et qu'elles se superposent aux périodes astronomiques, jour et année, qui ramènent l'observation des mêmes étoiles dans les mêmes conditions.

» Il y a longtemps déjà ([1]), M. Faye proposait de combattre ces variations en plaçant une horloge dans une couche terrestre de température invariable : cette horloge principale aurait distribué électriquement l'heure à des horloges secondaires placées près des instruments. Et c'est ce qui a été réalisé par M. C. Wolf à l'Observatoire de Paris, où l'horloge principale est placée dans les caves, à 27^{m} de profondeur.

» Le rouage qui entretient le mouvement du pendule trouble aussi sa marche, même quand on est arrivé à combattre complètement les variations thermiques extérieures; aussi a-t-on cherché à supprimer ce rouage et à entretenir le mouvement du pendule par un dispositif électrique dont

([1]) *Comptes rendus*, t. XXV, p. 375; 1847.

un des plus parfaits paraît être celui qui a été proposé récemment par M. Lippmann [1].

» Enfin, le ressort de suspension du pendule peut, lui aussi, causer des perturbations à la marche de l'horloge [2].

» On se trouve ainsi ramené à l'emploi d'un pendule *entièrement* libre, tel que ceux qu'on emploie pour la détermination de l'intensité de la pesanteur. A la vérité, un tel pendule présente le double inconvénient de s'arrêter bientôt et de ne pas compter lui-même le nombre de ses oscillations. Malgré cela, on pourrait l'utiliser avantageusement pour contrôler la marche des horloges astronomiques ; du moins, c'est ce que je veux essayer de montrer.

» Dans le vide, tel que le produisent les machines pneumatiques ordinaires, un pendule libre battant à peu près la seconde, conserve des oscillations bien observables pendant vingt-quatre heures, et cela sans qu'on ait à dépasser 60′ à 80′ pour l'amplitude initiale.

» Les causes qui, dans l'intervalle considéré de vingt-quatre heures, peuvent faire changer la durée d'oscillation d'un tel pendule sont les *variations* d'amplitude, de pression et de température [3].

» La correction d'amplitude est exprimée analytiquement et peut se calculer avec la plus grande précision.

» Pour la pression, l'expérience montre journellement qu'on peut la maintenir à 10^{mm} de mercure sans que les pertes de la cloche augmentent rette pression de plus de 2^{mm} à 3^{mm} en vingt-quatre heures; par suite, la correction correspondante, c'est-à-dire la *variation* de la réduction au vide, peut se calculer avec une erreur certainement inférieure à $\frac{1}{100}$ de seconde par vingt-quatre heures [4].

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 104; 1896.

(2) *Voir* S. Newcomb, *A mode of testing the motion of a clock pendulum* (*Astr. Nachrichten*, t. LXXXI, n° 1940; 1873.

(3) Dans un observatoire, avec une installation à demeure, on pourra toujours suspendre le pendule de manière que les *variations* de l'entraînement du support soient rigoureusement négligeables.

(4) On sait que, pour un pendule ayant la forme d'un cylindre allongé et oscillant dans l'air, l'influence totale de l'air sur la durée d'une oscillation a pour expression

$$\frac{di}{i} = A\delta + B\sqrt{\delta},$$

δ étant la densité de l'air et A, B deux coefficients qu'on détermine expérimentale-

» Enfin, pour combattre l'influence des variations de température, on placera le pendule dans une enceinte à température sensiblement contante. Admettons que cette condition soit remplie à $\pm 0^\circ, 1$ (¹). Avec le laiton employé par Brunner, un pendule de 1^m de long exige par dixième de degré une correction égale à $0^s,000000925$ (²) pour chaque oscillation, soit $0^s,08$ par vingt-quatre heures. Même en supposant que l'erreur relative de cette correction pût atteindre $\frac{1}{4}$ de sa valeur, l'incertitude ne dépasserait pas $0^s,02$ (³); elle serait même deux fois moindre si, pour former la tige du pendule, on employait du platine ou du verre, dont le coefficient de dilatation est à peu près moitié de celui du laiton.

» Il resterait à comparer l'horloge méridienne au pendule libre; mais cette opération n'introduit pas d'erreur sensible, parce que la méthode des coïncidences permet de faire cette comparaison avec une erreur toujours inférieure à 2 ou 3 millièmes de seconde.

» Nous conclurons donc que *par la comparaison d'une horloge à un pendule libre* battant à peu près la seconde, et oscillant dans le vide, et à température constante, *on peut à tout instant reconnaître les variations irrégulières de l'horloge; on peut aussi les évaluer avec une incertitude à peu près proportionnelle au temps et qui, au bout de vingt-quatre heures, ne dépasse pas* $0^s,03$. »

---

ment. Pour un de ses pendules, dont la durée d'oscillation est de $0^s,71$, M. le colonel Defforges a trouvé (*Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XV, p. 141)

$$dt = 0^s,000000185\,\frac{H\left(1-\frac{3}{8}\frac{f}{760}\right)}{1+\alpha\theta} + 0^s,000000527\sqrt{H},$$

H étant la pression en millimètres de mercure, θ la température, f la force élastique de la vapeur d'eau contenue dans l'air, supposé saturé. Quand H varie de 2 unités à partir de 10, dt varie donc de $0^s,00000026$, soit $0^s,031$ en 24 heures. En admettant que l'erreur relative de cette correction atteignît $\frac{1}{3}$, l'incertitude, au bout de vingt-quatre heures n'excèderait donc pas $\frac{1}{100}$ de seconde.

(¹) C'est la précision que j'ai obtenue en plaçant dans une étuve grossière la cloche de cuivre rouge dans laquelle M. Defforges fait osciller son pendule.

(²) Voir Defforges, *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XV, p. 56.

(³) On pourrait objecter que le pendule n'a pas exactement la température indiquée par le thermomètre; mais il semble que, lorsque la variation horaire de la température ne dépasse pas 1 ou 2 centièmes de degré, l'erreur relative commise dans le calcul de la correction de température doit être inférieure à $\frac{1}{4}$.

ALGÈBRE. — *Sur les groupes d'opérations*. Note de M. **Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« (A). Il est parfaitement exact, ainsi que l'a fait remarquer M. Miller dans une Note récente, que le nombre des groupes distincts d'ordre 16 est 14, et que l'énumération que j'ai faite des groupes d'ordre pqr est incomplète. Pour les groupes d'ordre 32, je réserve ma réponse. Je voudrais énumérer ici les groupes d'ordre $8p$, p étant un nombre premier impair.

» Dans le Tableau ci-dessous, θ et ϑ désignent des opérations échangeables à toutes les opérations du groupe. Je donne simplement les équations de définition de chaque groupe.

$G_{8p}^1\,(a^{8p}=1)$,

$G_{8p}^2\,(a^2=\vartheta,\ \vartheta^4=1,\ b^p=1,\ ba=ab^{-1})$,

$G_{8p}^3\,[a^4=\vartheta,\ \vartheta^2=1,\ b^p=1,\ ba=ab^\alpha$, α appartient à l'exposant 4 (mod p)] (n'existe pas pour $p=3$; 4 doit diviser $p-1$),

$G_{8p}^4\,[a^8=1,\ b^p=1,\ ba=ab^\alpha$, α appartient à l'exposant 8 (mod p)] (n'existe pas pour $p=3$; 8 doit diviser $p-1$),

$G_{8p}^5=G_4G_2G_p$.

» J'exprime ainsi que ce groupe est le *produit direct* des trois groupes G_4, G_2, G_p, groupes cycliques d'ordre 4, 2 et p respectivement. J'attribue à l'expression *produit direct* le sens que lui donne M. Hölder (*Mathematische Annalen*, t. XLIII).

$G_{8p}^6=G_{4p}^2G_2$; $G_{4p}^2\,[a^p=1,\ b^4=1,\ ab=ba^\alpha$, α appartient à l'exposant 2 (mod p)],

$G_{8p}^7=G_{4p}^3G_2$; $G_{p}^3\,[a^p=1,\ b^4=1,\ ab=ba^\alpha$, α appartient à l'exposant 4 (mod p)] (n'existe pas pour $p=3$; 4 doit diviser $p-1$),

$G_{8p}^8=G_{2p}^2G_4$ (G_{2p}^2 est le groupe non cyclique d'ordre $2p$),

$G_{8p}^9\,[a^4=1,\ b^2=1,\ ab=ba,\ c^p=1,\ ca=ac^\alpha,\ cb=bc^{-1}$, α appartient à l'exposant 4 (mod p)] (n'existe pas pour $p=3$; 4 doit diviser $p-1$),

$G_{8p}^{10}=G_8^3G_p$; $\quad G_8^3\,(a^2=\theta,\ b^2=\theta,\ ab=ba\theta,\ \theta^2=1)$,

$G_{8p}^{11}\ (a^4 = 1,\ b^4 = 1,\ a^2 = b^2,\ ab = ba^3,\ c^p = 1,\ ca = ac,\ cb = bc^{-1})$,
$G_{8p}^{12} = G_8^4 G_p$; $G_8^4(a^2 = \theta,\ b^2 = 1,\ \theta^2 = 1,\ ab = ba\theta)$,
$G_{8p}^{13}\ (a^4 = 1,\ b^2 = 1,\ ab = ba^3,\ c^p = 1,\ cb = bc,\ ca = ac^{-1})$,
$G_{8p}^{14}\ (a^4 = 1,\ b^2 = 1,\ ab = ba^3,\ c^p = 1,\ cb = bc^{-1},\ ca = ac)$,
$G_{8p}^{15} = G_p(G_2)^3$ (G_p, G_2 sont les groupes cycliques d'ordre p et d'ordre 2),
$G_{8p}^{16} = G_{2p}^2(G_2)^2$,
$G_{24}^{17}\ [a^2 = b^2 = \theta,\ \theta^2 = 1,\ ab = ba\theta,\ c^3 = 1,\ \bar{c} = (a, ab, b)(a\theta, ab\theta, b\theta)]$,
$G_{56}^{18}\ [a^{(2, x^3-x-1)} = 1,\ b^7 = 1,\ a^j d^\nu = d^\nu a^{jx^\nu}]$

[J'admets ici pour a des exposants imaginaires de Galois, la congruence fondamentale étant $x^3 - x - 1 \equiv 0 \pmod 2$ j est pris $(\text{mod}\ 2, x^3 - x - 1)$, ν est pris $\pmod 7$)],

$G_{24}^{19} = G_{12}^6 G_2$; $G_{12}^6[a^3 = 1,\ b^2 = 1,\ c^2 = 1,\ bc = cb,\ \bar{a} = (b, bc, c)]$,
$G_{24}^{20}\ (a^2 = 1,\ b^3 = 1,\ (ab)^4 = 1]$.

» Il y a bien, en effet, quinze groupes d'ordre 24, comme l'annonce M. Miller. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse aux observations de M.* H. Poincaré *sur la théorie des rayons cathodiques.* Note de M. **G. Jaumann**, présentée par M. Poincaré.

« M. H. Poincaré a considéré, dans les *Comptes rendus* du 13 janvier 1896, l'intégrale

(1) $$\theta = F(\varphi_2, \varphi_3)\cos\lambda(t - \varphi_1)$$

de l'équation

(2) $$k\frac{\partial\theta}{\partial t} + X_0\frac{\partial\theta}{\partial x} + Y_0\frac{\partial\theta}{\partial y} + Z_0\frac{\partial\theta}{\partial z} = 0.$$

où la fonction φ_1 de x, y, z suffit à l'équation

(3) $$k = X_0\frac{\partial\varphi_1}{\partial x} + Y_0\frac{\partial\varphi_1}{\partial y} + Z_0\frac{\partial\varphi_1}{\partial z},$$

et où $\varphi_2 = \beta$, $\varphi_3 = \gamma$ sont les lignes de force. M. Poincaré conclut que les rayons suivent toujours les lignes de force, parce que l'amplitude $F(\varphi_2, \varphi_3)$ est seulement fonction de φ_2 et φ_3. Je ne peux pas consentir à cette con-

clusion, parce que, dans les cas en question, la fonction $F(\varphi_2, \varphi_3)$ n'est pas arbitraire, mais nécessairement constante (indépendante de φ_2 et φ_3).

» L'intégrale (1) démontre que les *franges d'interférence* de deux ou plusieurs rayons de ma théorie suivent toujours les lignes de force. Ce phénomène résulte de la propriété de ces rayons, que, selon l'équation (3), la vitesse de leur surface d'onde est proportionnelle au cosinus de l'angle entre la direction de la normale et de la force statique électrique.

» Pour trouver un cas où l'intégrale (1) ne représente pas des franges d'interférence ou un procès encore plus compliqué, mais où elle représente en effet, un *rayon simple, il faut considérer non seulement la variable* θ, *mais aussi les forces oscillantes,* qui suivent dans une intégrale générale d'autres lois que θ.

» Une intégrale ne représente un rayon que sous les conditions suivantes : 1° que toutes les variables ont les mêmes surfaces d'onde φ_1; 2° qu'entre leurs amplitudes et leurs phases existent des relations simples; 3° qu'on ne peut pas décomposer l'intégrale en deux ou plusieurs composantes, qui sont évidemment des rayons simples.

» Considérons le cas que toutes les variables sont indépendantes de y, et transformons les équations différentielles de ma théorie dans un système de coordonnées y, φ, ψ, où ψ sont les surfaces équipotentielles, et φ les surfaces de la fonction conjuguée de force. Soient Ψ_0 la forme statique électrique et M_0 proportionnel à la force statique magnétique qui a la direction y. Alors il suffit de considérer les forces oscillantes Ψ, Φ (électriques) et M (magnétique), parce qu'avec celles-là les autres composantes ne sont pas cohérentes. On a les équations

$$k\theta = \frac{1}{m^2}\frac{\partial m\Psi}{\partial\psi} + \frac{1}{m^2}\frac{\partial m\Phi}{\partial\varphi},$$

$$\varepsilon_0\frac{\partial m\Phi}{\partial t} = \frac{\partial M}{\partial\psi},$$

$$\varepsilon_0\frac{\partial m\Psi}{\partial t} + k_1\theta = -\frac{\partial M}{\partial\varphi},$$

$$\mu_0\frac{\partial M}{\partial t} + M_0\theta = \frac{1}{m^2}\frac{\partial m\Phi}{\partial\psi} - \frac{1}{m^2}\frac{\partial m\Psi}{\partial\varphi},$$

où $m = \dfrac{k_1}{\Psi_0}$ est le coefficient de transformation. La forme nécessaire, mais encore trop générale, des équations d'un rayon qui suit les lignes de force est

$$\theta = F(\varphi)\cos\lambda(t-\varphi_1), \qquad m\Psi = \rho_2 F_2(\varphi)\cos\lambda(t-\varphi_1+a_2) + k_1,$$
$$m\Phi = \rho_1 F_1(\varphi)\cos\lambda(t-\varphi_1+a_1), \qquad M = \rho_3 F_3(\varphi)\cos\lambda(t-\varphi_1+a_3) + M_0,$$

où a_1, a_2, a_3 sont des constantes, et ρ_1, ρ_2, ρ_3 sont fonctions de m, qui correspondent

à l'affaiblissement des rayons qui, en se propageant, s'élargissent comme les tubes de force.

» En substituant ces formules dans les équations différentielles, on voit que les amplitudes F ne sont point arbitraires que pour des cas tout à fait exceptionnels. De plus, il est, en général, impossible de suffire à ces équations, quelles que soient les fonctions inconnues, ce qui veut dire que, dans un champ général, les rayons ne suivent jamais les lignes de force.

» Pour le champ uniforme, on obtient, par exemple, que les amplitudes sont nécessairement constantes; quant à la direction des rayons, on ne peut alors rien en conclure. C'est de même que pour les rayons de Maxwell. Le cas $M_0 = 0$ et $\frac{\partial \varphi_1}{\partial \varphi} = 0$ est excepté; seulement, dans ce cas, les amplitudes sont arbitraires.

» Pour un champ général, mais sous les conditions :

$$M_0 = 0, \qquad \frac{\partial m}{\partial \varphi} = 0, \qquad \frac{\partial \varphi_1}{\partial \varphi} = 0,$$

on peut donner une intégrale qui représente un rayon qui suit une ligne distinguée de force. On a

$$\Theta = C \cos\lambda(t - \varphi_1), \qquad m\Psi = C_1 \sin\lambda(t - \varphi_1) + k_1, \qquad \Phi = M = 0,$$

où C et C_1 sont des constantes. Cette intégrale démontre qu'un rayon peut propager exactement dans la ligne de force de longueur maxima ou minima $\left(\text{où l'on a } \frac{\partial m}{\partial \varphi} = 0\right)$ si sa surface d'onde reste normale à cette ligne de force $\left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial \varphi} = 0\right)$ et s'il n'est pas dévié par une force magnétique

$$(M_0 = 0).$$

» C'est pourquoi je crois que les rayons ne sont pas rectilignes dans le voisinage de la cathode [1]. Or, c'est conforme aux faits, les rayons cathodiques suivant, en effet, dans le voisinage de la cathode à peu près les lignes de force, s'ils ne sont pas déviés par l'aimant.

» L'intégrale (1) que M. Poincaré a donnée est très importante pour ma théorie, mais on ne peut en tirer aucune objection. Les rayons ne suivent pas les lignes de force, et il n'y a aucune raison pour qu'ils ne soient déviés par l'aimant. Toujours ce n'est pas sûr que les surfaces d'onde soient nor-

[1] Pour des lieux plus éloignés où Ψ s'affaiblit, l'équation (2) n'est plus juste avec une approximation suffisante.

males à la direction du rayon. Donc on ne sait pas jusqu'à présent en quelle proportion la surface d'onde ou la direction des oscillations est déviée par l'aimant. Mais la déviation magnétique de la direction du rayon est sans doute donnée par ma théorie, même avec les exceptions constatées par l'expérience. »

Observations au sujet de la Communication précédente;
par M. H. Poincaré.

« Si M. Jaumann n'a pas pu satisfaire aux équations différentielles avec ses formules, c'est qu'il a tenu, je ne sais pourquoi, à ce que a_1, a_2, a_3 soient des constantes tandis que ce sont des fonctions de φ_2 et de φ_3 (ou de φ dans le cas particulier qu'il traite). Si, par définition, il appelle *rayon simple* les radiations telles que a_1, a_2, a_3 soient des constantes, et *frange d'interférence* celles pour lesquelles a_1, a_2, a_3 ne sont pas des constantes; alors il ne peut pas y avoir de rayon simple en général.

» Mais ces définitions importent peu. L'expérience montre que l'on peut, par exemple, à l'aide d'un écran percé d'un trou, circonscrire une surface-canal très déliée, à l'intérieur de laquelle les phénomènes appelés *rayons cathodiques* se manifestent, tandis qu'ils ne se manifestent pas à l'extérieur. *C'est l'axe de cette surface-canal que j'appelle rayon.* L'expérience montre que cet axe est rectiligne si l'on ne fait pas intervenir l'aimant.

» Il faut donc que les équations soient telles qu'on puisse y satisfaire si toutes les quantités sont sensiblement nulles, sauf dans le voisinage immédiat d'une certaine courbe; c'est, en effet, ce qui arrive avec les équations de M. Jaumann. Malheureusement, cette courbe, comme le montre l'intégration des équations, est une ligne de force et non une droite comme l'expérience l'exigerait. »

PHYSIQUE. — *Présentation d'épreuves obtenues par la méthode de M. Röntgen.* Note de M. Londe, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons l'honneur de remettre à l'Académie diverses épreuves photographiques obtenues au moyen des rayons X.

» Ces épreuves ont été obtenues avec une ampoule de Crookes à miroir

parabolique : l'objet photographié a été placé, suivant le cas, à $0^m,30$ ou $0^m,45$ de l'ampoule. Nous avons en effet remarqué que la netteté de l'impression augmente d'autant plus que l'éloignement de la source de rayons actifs est plus grand. Cette remarque a surtout son importance lorsqu'il s'agit de reproduire des modèles de dimensions relativement grandes.

» Les épreuves que nous soumettons à l'Académie représentent un rat, un pigeon et un lapin de garenne.

» I. *Épreuve du rat.* — Celui-ci a été disposé sur la plaque de profil. La pose a été d'une heure. On distingue parfaitement tout le squelette; les différentes vertèbres se détachent avec une entière netteté.

» II. *Épreuve du pigeon.* — Celui-ci est complètement disséqué, en ce qui concerne les ailes et les pattes : les os seuls sont reproduits.

» III. *Épreuve du lapin.* — Les pattes sont également disséquées, la chair ayant été complètement traversée. On aperçoit très nettement des fractures multiples des deux pattes de derrière. On remarque également divers plombs, dont deux se sont déchiquetés au contact des os. Cette épreuve montre également la colonne vertébrale, les côtes et le détail de la tête.

» En résumé, la plume et le poil ne sont pas un obstacle pour reproduire, à l'aide des rayons X, l'ossature d'un animal quelconque. Avec les dispositifs que nous avons employés, la durée de pose maximum n'a pas dépassé deux heures pour le lapin qui présentait les épaisseurs les plus considérables à traverser.

» Au cours de ces expériences, bien que nous servant d'un modèle d'ampoule destiné à concentrer les rayons cathodiques à la partie inférieure sous laquelle était placé l'objet à photographier, nous avons constaté que l'action photographique était également obtenue dans un plan perpendiculaire à celui du rayonnement cathodique. En pratique, on peut donc placer le modèle à reproduire non seulement en dessous de l'ampoule, mais latéralement.

» En opérant avec une ampoule à cathode verticale, une bande pelliculaire, disposée concentriquement à cette cathode et placée derrière une bande métallique percée de fenêtres équidistantes, a laissé des impressions sensiblement identiques sur toute la circonférence.

» De ces observations on peut conclure que les rayons X ne s'échappent pas seulement du point de rayonnement des rayons cathodiques, mais de toute la surface de l'ampoule. »

PHYSIQUE. — *La lumière noire, réponse à quelques critiques*. Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. d'Arsonval.

« La présente Note a pour but de répondre aux critiques de MM. Lumière, qui nient l'existence de la lumière noire et à celles de M. Zenger, qui nie à la fois la lumière noire et les rayons de Röntgen.

» En réponse aux critiques de MM. Lumière, je ferai observer que, même en admettant toutes leurs hypothèses, on se trouverait toujours en présence de la lumière noire. De la lumière jouissant de la propriété de pouvoir, après s'être réfléchie trois fois successivement à 90°, passer entre des plaques de verre et de métal, protégées latéralement par une épaisse feuillure et comprimées l'une contre l'autre par une pression de plusieurs kilogrammes serait de la lumière totalement invisible pour l'œil, c'est-à-dire précisément ce que j'ai appelé de la *lumière noire*.

» On prouve qu'elle est invisible pour l'œil, en se plaçant dans les conditions mêmes de nos expériences. On forme une pile de clichés garnis, en arrière et sur leurs tranches, de papier noir collé, comme sont encadrés tous nos clichés; on place ensuite entre eux des lames métalliques et l'on soumet le tout à une pression modérée. En regardant directement par les tranches du système un foyer lumineux, même en ayant soin de se placer dans l'obscurité pendant longtemps, on n'aperçoit absolument aucun filet de lumière, bien que la source lumineuse soit regardée directement sans aucune des réflexions successives dont j'ai parlé.

» Quand de la lumière pénètre dans un châssis par une fente quelconque, l'opérateur en est immédiatement averti par des fusées et des voiles d'aspect tout à fait caractéristique. Pour obtenir une image, d'ailleurs toujours fort mauvaise, il faut laisser entrer intentionnellement la lumière, mais alors les images produites sont bien différentes de celles obtenues à la lumière noire, comme le prouvent les spécimens montrés à l'Académie.

» Le fait que MM. Lumière n'obtiennent pas d'images en collant des bandes de papier noir sur tous les bords des lames métalliques n'a rien qui puisse surprendre. Suivant les lois admises de la distribution de l'électricité statique sur les corps conducteurs, l'électricité ne les traverse pas, mais se propage en contournant leur surface. J'ai supposé, d'après quelques expériences, que c'est ainsi que se propagerait la lumière noire. Qu'elle traverse d'ailleurs les lames ou les contourne, le résultat est le

même. Les bandes de papier n'arrêteraient pas le passage de l'électricité sans doute; mais, comme la lumière noire n'est pas entièrement identifiable à l'électricité, ainsi que je l'ai indiqué, il est très admissible que le papier agisse comme un corps isolant.

» Divers expérimentateurs ont réussi à obtenir des résultats identiques à ceux que j'ai obtenus. Je citerai encore, parmi eux, M. Gaston Braun, élève du professeur Eder, à Vienne, et fils du photographe parisien bien connu. Ainsi qu'il l'expose dans un travail publié récemment, il a adopté mon dispositif et obtenu ainsi des reproductions de médailles, de morceaux de verre sur lesquels étaient tracés des dessins, des poissons, etc. Il remarque avec raison que la température de la source lumineuse joue un certain rôle ([1]).

» J'ai écrit à M. Braun pour lui demander les moyens de contrôle employés, notamment pour la reproduction des médailles, et voici le résumé de sa réponse : Pas de lumière emmagasinée, puisqu'en faisant l'expérience dans l'obscurité, pendant plusieurs heures, on n'obtient pas d'images. Pas de lumière latérale par une fissure quelconque, puisque deux glaces étaient toujours à côté l'une de l'autre dans le même châssis, et que la glace servant de témoin n'a jamais présenté aucun voile ni fusée. La lame de cuivre avait exactement, d'ailleurs, la dimension du châssis et y entrait avec peine. Pas d'influence de pression des médailles, puisqu'on obtenait les mêmes résultats en retournant la plaque sensible, c'est-à-dire en plaçant les médailles du côté du verre.

» Quant aux observations de M. Zenger, relatives à la non-existence des rayons X et de la lumière noire, elles sont peut-être plus fondées que les précédentes. Ses critiques ne visent d'ailleurs que l'interprétation des résultats obtenus. Je ne vois aucune impossibilité à admettre qu'il s'agisse « de phénomènes d'induction électrique, produisant la phosphorescence » de la gélatine et en même temps la décharge électrique dans la gélatine ». Il serait fort possible que la lumière noire n'agisse pas directement sur les plaques sensibles et se borne à rendre fluorescents les objets

---

([1]) Ce sont précisément ces influences étrangères, encore mal déterminées (courants thermo-électriques, composition du verre, nature des surfaces métalliques, chaleur combinée à la lumière, etc.), qui rendent si irrégulière, comme je l'ai dit dans une précédente Note, la production du phénomène. Ainsi s'expliquerait la divergence des résultats obtenus par divers expérimentateurs.

placés derrière les lames métalliques. On sait que les expériences de M. Charles Henry semblent vérifier l'hypothèse de M. Poincaré, que les corps fluorescents émettraient des rayons X. Ainsi s'expliquerait la reproduction, par M. Murat, des régions sous-cutanées d'une raie derrière une plaque de métal. Cette expérience peut se répéter en séparant la glace sensible de l'animal par une mince feuille de celluloïd transparent, pour éviter les actions chimiques. La fluorescence devient même visible à l'œil dans certains cas encore indéterminés. Elle expliquerait comment on peut, avec quelques animaux, obtenir des résultats analogues dans l'obscurité, ainsi que je l'ai montré dans ma précédente Note.

» Mais ce qui résulte clairement de tout ce qui précède, et notamment de la divergence des résultats obtenus par divers expérimentateurs, c'est que toutes les conditions du passage de la lumière à travers les corps opaques ne sont pas encore déterminées. J'espère arriver prochainement à rendre ces expériences beaucoup plus faciles à répéter. »

PHYSIQUE. — *Diffusion des rayons de Röntgen*. Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval.

« Au cours d'expériences entreprises à l'effet d'augmenter l'intensité du faisceau des rayons de Röntgen utilisé pour la Photographie, nous avons constaté des phénomènes très nets de diffusion, dont l'existence paraît pouvoir contribuer à déterminer la nature des nouveaux rayons.

» Pour constater l'existence de la diffusion, nous avons reçu les rayons émanés d'un tube de Crookes sur des lames planes de différents corps et nous avons disposé à côté du tube une plaque sensible recouverte d'une double enveloppe de papier aiguille, dans une direction à peu près normale à celle que devait avoir la région moyenne du faisceau, s'il se réfléchissait régulièrement. Une épaisse lame de cuivre était d'ailleurs interposée entre le tube de Crookes et la plaque photographique, afin de mettre celle-ci à l'abri de toute radiation directe.

» Pour constater l'existence de rayons de Röntgen renvoyés par la lame réfléchissante ou diffusante, nous avons d'ailleurs fixé sur la plaque photographique un cristal de quartz (opaque à ces rayons) serti dans une monture en liège (transparent pour ces mêmes rayons); un numéro d'ordre métallique (et par suite opaque) était en outre chaque fois interposé entre le papier qui recouvrait la plaque sensible et la face de la monture en liège en contact avec le papier.

» Plusieurs expériences comparatives ont d'ailleurs été faites sur la même plaque, en protégeant successivement les diverses parties de celle-ci au moyen d'épaisses lames métalliques absolument opaques.

» Nous nous sommes servis d'abord, comme corps réfléchissant ou diffusant, de

l'un des plateaux métalliques d'un condensateur d'Œpinus et avons constaté que, après dix minutes de pose, la plaque photographique était nettement impressionnée par les rayons de Röntgen, soit que le plateau, isolé par son pied en verre, fût ou non recouvert de vernis, soit qu'il fût mis au sol, soit encore qu'il communiquât avec l'un ou l'autre pôle d'une machine de Wimshurst donnant des étincelles de 10^{cm}. Dans chacun de ces cas, la plaque a été impressionnée avec la même intensité, le quartz a toujours été opaque, le liège toujours transparent, le numéro d'ordre métallique a toujours été reproduit à travers le liège. D'ailleurs, dans l'expérience comparative, faite sur un quart de chaque plaque, en faisant fonctionner le tube de Crookes et supprimant le plateau métallique, nous n'avons jamais obtenu aucune impression, preuve que nos plaques étaient entièrement protégées contre le rayonnement direct.

» Des résultats identiques ont été obtenus en substituant au plateau métallique une plaque de paraffine.

» Par contre, une lame de liège de 7^{mm} d'épaisseur, très transparente aux rayons de Röntgen, ne nous a donné qu'une impression à peine perceptible du numéro d'ordre métallique. Il en a été de même pour des lames de verre, bien que ce corps soit relativement assez opaque aux rayons de Röntgen; la quantité de rayons diffusés a d'ailleurs été à peine plus considérable pour le verre dépoli.

» Dans un autre groupe d'expériences, nous avons fait traverser aux rayons de Röntgen un tube en verre long de $0^{m},12$, fermé par deux bouchons en liège recouvert de paraffine, et dans lequel on pouvait faire le vide; l'intensité de la photographie d'un fin grillage métallique a été à peine plus grande lorsque nous faisions dans le tube un vide de 6^{mm} de mercure.

» En essayant de faire réfléchir sur un plateau métallique poli un mince faisceau de rayons sensiblement parallèles, obtenu à l'aide de deux diaphragmes circulaires de même diamètre, la plaque sensible n'a pas présenté, après une demi-heure de pose, de trace visible d'impression.

» Il y a lieu de conclure de là que, si les rayons de Röntgen se réfléchissent régulièrement dans les conditions de nos expériences, ils ne le font qu'en très faible proportion; par contre, ils peuvent être diffusés en assez grande quantité et l'intensité de la diffusion paraît dépendre beaucoup plus de la nature que du degré de poli du corps diffusant. Ce fait conduirait à attribuer aux nouveaux rayons une longueur d'onde très petite et telle qu'il ne nous est pas possible de réaliser le degré de poli nécessaire pour en déterminer la réflexion régulière.

» Les clichés obtenus nous ont révélé en outre, en ce qui concerne le liège et le quartz, des degrés différents de transparence pour les rayons diffusés par les différents corps employés. Nous nous réservons toutefois de contrôler ce dernier résultat et nous avons commencé, à cet effet, une série d'expériences grâce auxquelles nous espérons, soit par la diffusion, soit par la transmission, obtenir des renseignements sur l'homogénéité ou la complexité du faisceau des nouveaux rayons. »

PHYSIQUE. — *Sur la représentation photographique du relief d'une médaille obtenue au moyen des rayons de Röntgen.* Note de M. **J. Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« Au cours de recherches que j'ai entreprises pour réunir quelques données numériques sur la perméabilité des métaux aux rayons Röntgen, j'ai été conduit à faire une expérience ayant pour objet la représentation photographique du relief d'une médaille.

» La médaille sur laquelle j'ai opéré est une pièce de monnaie de bronze, de la République Argentine. Pour obtenir une image du sujet qu'elle porte, figure et inscription, on a placé sur cette médaille une rondelle mince d'aluminium bien recuit; par un coup de balancier, on a obtenu un moulage en creux, dans l'aluminium, du relief de la pièce. Ce moulage mince, déposé sur un châssis formé de plusieurs épaisseurs de papier noir et contenant une plaque photographique, a été soumis à l'action d'une ampoule de Crookes.

» En raison du fait que les creux présentaient au passage des rayons une moindre résistance que les bosses, les parties correspondantes du cliché sont les plus noires : l'image a l'apparence d'un négatif. Les petites épreuves sur papier, obtenues par contact, ont l'apparence d'un positif. Les agrandissements obtenus en partant d'une épreuve positive sur verre sont, à la taille près, en tout semblables au cliché lui-même.

» La netteté de ces diverses images est très grande, par suite de la précaution prise d'interposer, entre l'ampoule et la plaque, un écran opaque en laiton percé d'un trou de 1^{cm} de diamètre.

» Le relief de la pièce de bronze, quoique d'apparence accentuée, ne mesure guère que $\frac{8}{100}$ de millimètre. La rondelle d'aluminium, dans les parties non estampées, a $\frac{5}{10}$ d'épaisseur.

» L'ampoule a été très peu poussée et la pose a été de quatre heures. Afin de définir l'intensité du rayonnement actif, j'ai comparé son effet sur les parties de la plaque non protégées par le moulage à l'effet produit sur une plaque photographique semblable par une bougie ordinaire, placée à 1^{m} : j'ai reconnu que l'action de l'ampoule, dans les conditions indiquées, était équivalente à l'action de la bougie durant deux secondes. Il serait utile, pour les comparaisons, que les expérimentateurs prissent le soin d'indiquer l'intensité du champ dans lequel ils ont opéré.

» Il est évident que d'autres corps, même non métalliques, se prêteraient à la même expérience. »

PHYSIQUE. — *Sur le passage des rayons de Röntgen à travers les liquides.* Note de MM. **Bleunard** et **Labesse**.

« Pour étudier l'influence que pouvaient avoir les liquides sur le passage des rayons Röntgen, il nous a d'abord fallu chercher à nous mettre à l'abri des erreurs pouvant provenir de la marche des rayons au travers du récipient dans lequel ces liquides doivent être placés.

» Le verre est un des corps qui offrent le plus de résistance au passage des rayons Röntgen. D'autre part, les récipients en bois ou en carton, recouverts d'une couche de corps gras, s'opposent encore dans une certaine mesure au passage des rayons. Nous avons trouvé que le papier noir, enduit de suif, est, au contraire, absolument perméable; les plaques sensibles, enveloppées de papier noir ordinaire sur lequel on dispose des carrés de papier enduit de suif, sont impressionnées par les rayons avec la plus grande facilité, sans qu'aucune trace vienne indiquer sur la plaque la disposition qu'on a pu donner aux petites cuvettes de papier enduit de suif.

» Si donc on expose aux rayons Röntgen une plaque sensible, préalablement enveloppée de papier noir, sur laquelle on ait disposé des épaisseurs égales de liquide dans de petits récipients de papier enduit de suif, les tâches blanches obtenues sur la plaque sensible doivent être attribuées exclusivement aux liquides formant écran.

» Nous n'avons fait encore que des expériences sommaires : cependant quelques résultats déjà obtenus présentent, croyons-nous, un certain intérêt.

» L'eau se laisse traverser facilement par les rayons.

» Les solutions de bromure de potassium, de chlorure d'antimoine, de bichromate de potasse offrent une résistance assez considérable au passage des rayons Röntgen, alors que les solutions de borate de soude, de permanganate de potasse se laissent plus facilement traverser.

» Les couleurs ne semblent avoir aucune influence sur le passage des rayons; l'eau colorée à l'aide de couleurs variées d'aniline n'offre aucune résistance.

» Notre intention est de poursuivre ces recherches, faites à l'aide de

l'appareil de l'ingénieur Seguy, en faisant varier la nature des liquides, et le titre et la nature des solutions expérimentées. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Découverte et extraction, grâce à une photographie de Röntgen, d'une aiguille implantée dans la main.* Note de M. **Pierre Delbet**, présentée par M. Guyon.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie de Röntgen, qui m'a rendu un très réel service; elle a été faite par M. J. Perrin, préparateur à l'École Normale supérieure. On y voit nettement l'ombre d'une aiguille implantée au niveau du cinquième métacarpien, dans le sens transversal.

» Des tentatives avaient déjà été faites, par d'autres, pour trouver et extraire cette aiguille; mais en vain. Grâce à cette photographie, j'ai pu la découvrir et l'enlever facilement.

» La photographie n'apprend pas, à la vérité, si l'aiguille est en avant ou en arrière du métacarpien; mais, si elle avait été en arrière de cet os, on aurait pu la sentir par la palpation. Comme il était impossible de la sentir, il devenait certain qu'elle était en avant, dans l'épaisseur de l'éminence hypothénar, et c'est en effet là que je l'ai trouvée. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Applications de la méthode de M. Röntgen.* Note de MM. **Ch. Girard** et **F. Bordas**, présentée par M. Brouardel.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques photographies obtenues à l'aide de la méthode de M. Röntgen.

» La première représente un livre dans l'intérieur duquel on a encastré une boîte en fer-blanc; cette boîte contenait 200gr de fulminate de mercure; l'amorce consistait en un cosaque en parchemin qui se trouvait fixé, d'une part, au couvercle du livre, et, d'autre part, au fond de la boîte en métal, par l'entremise d'un orifice pratiqué sur la paroi supérieure de la boîte. Toutes les pages étaient collées, et l'on ne pouvait guère soulever le couvercle du livre.

» La deuxième représente ce livre photographié, à travers lequel on reconnaît très facilement la présence d'une boîte en métal suspecte.

» La troisième photographie est un livre analogue au précédent, mais dont la partie centrale évidée contenait une boîte en bois remplie de poudre de chasse, de clous, de débris de fer, écrou, cartouche de revolver, etc.

» La quatrième photographie, obtenue à la lumière cathodique, permet de se rendre compte de la composition de l'engin.

» Enfin, la cinquième épreuve représente quelques produits chimiques qui entrent dans la composition de certaines poudres, dites *poudres vertes*, etc. On remarquera, par exemple, que quelques-unes sont transparentes aux radiations émises par le tube de Crookes, tandis que d'autres, le ferrocyanure, le chlorate de potasse, le soufre, présentent une opacité relative à ces rayons. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction du rhodinol, de l'essence de pélargonium et de l'essence de roses; identité de ces deux alcools.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Travail paru dans ce Recueil (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1092), l'un de nous a avancé que la portion principale de l'essence de *Pelargonium odoratissum* était identique au rhodinol, alcool extrait par Eckart de l'essence de roses.

» Cette opinion était appuyée sur l'examen attentif des propriétés physiques et organoleptiques de ces deux produits. Nous nous sommes proposé d'en établir l'exactitude par l'étude de leurs propriétés chimiques et l'identification de leurs dérivés.

» Nous avons commencé par l'étude de l'essence de pélargonium dont nous avons déjà publié ici quelques résultats (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 281 et 334).

» Nous avons montré, entre autres choses, que le rhodinol de l'essence de pélargonium était nettement différent du lémonol (géraniol) de l'essence d'*Andropogon schœnanthus;* il se distingue absolument par la nature de ses produits d'oxydation de cet alcool avec lequel tout le monde le confondait alors.

» Cette confusion dure encore; l'identité du rhodinol de l'essence de pélargonium et du géraniol, proclamée par MM. Bertram et Gildemeister (*Journal für praktische Chemie*, t. XLIX, p. 185), est, tout récemment, confirmée par MM. Erdmann et Huth (*Ibid.*, t. LIII, p. 42).

» Ces deux derniers ont en effet établi, au moyen d'une combinaison cristalline, la présence du lémonol dans le rhodinol de l'essence de pélargonium, mais il n'en résultait pas qu'il y était seul, comme ils l'ont affirmé à tort.

» Le produit que nous avons extrait de l'essence de pélargonium contenait du lémonol associé à un second alcool que nous savons aujourd'hui purifier.

» Quant au rhodinol d'Eckart, il constitue également un mélange de ces deux mêmes alcools; ce qui donne raison à M. Barbier, trouvant dans l'essence de pélargonium une nouvelle source de rhodinol.

» Parmi les savants allemands qui ont fait des publications sur cette question, M. Hesse (*Journal für praktische Chemie*, t. L, p. 476) est le seul à avoir tiré de nos expériences les conclusions qu'elles comportaient; il proposait pour le nouvel alcool le nom de *réuniol*. Ses tentatives pour l'obtenir à l'état de pureté n'ont pas abouti entièrement, puisqu'il ne s'est pas aperçu que cet alcool avait pour formule $C^{10}H^{20}O$; mais son réuniol est plus riche en cettcombinaison que le mélange primitif; ses analyses en font foi.

» Nous avons remarqué que si l'on maintient à 140°-160° pendant douze heures un mélange équimoléculaire de lémonol et de chlorure de benzoyle il se fait de l'acide benzoïque, un terpène et de l'oxyde de lémonyle $(C^{10}H^{17})^2O$, mais pas trace de benzoate de lémonyle.

» Certains de décomposer ainsi tout le lémonol, nous avons traité par le chlorure de benzoyle le rhodinol de l'essence de pélargonium. Nous avons obtenu, entre autres produits, une portion bouillant de 180° à 220° sous 10^{mm}, qui contenait un benzoate. L'alcool régénéré de ce benzoate au moyen de la potasse alcoolique constitue un liquide incolore, légèrement huileux, bouillant à 110° sous 10^{mm} et possédant une agréable odeur de roses; sa densité à 0° est 0,8731; $\alpha_\alpha = -2°11'$.

» Cet alcool, auquel nous conserverons le nom de *rhodinol* que nous avions donné à son mélange avec le lémonol, possède la composition représentée par la formule $C^{10}H^{20}O$.

» Son acétate constitue un liquide incolore d'une odeur très agréable, bouillant à 115°, sous 10^{mm}.

» Nous avons traité de même la portion de l'essence de roses bouillant à 110°-115°, sous 10^{mm}, et nous avons obtenu un alcool bouillant à 110°, sous 10^{mm}, possédant la même odeur que le précédent et également lévogyre; $d_0 = 0,8750$ (1). Cet alcool a également pour composition $C^{10}H^{20}O$.

» Nous nous proposons de montrer prochainement que l'étude de leurs propriétés chimiques confirme l'identité de ces deux alcools.

MM. Markownikoff et Reformatsky (*Journal für praktische Chemie*, t. XLVIII, p. 293) ont déjà donné la formule $C^{10}H^{20}O$ à un rhodinol

(1) Il y a une légère différence entre les densités de ces deux alcools; mais cette différence est très faible, comparée à celle qui existe entre leur densité commune et celle du lémonol, supérieure à 0,9.

extrait par eux d'une essence de roses bulgare; mais le produit examiné par ces deux savants était certainement mélangé de lémonol, car leurs analyses accusent un fort déficit en hydrogène.

» Les proportions de rhodinol trouvées dans ces deux essences sont assez faibles; nous estimons qu'il y existe à la dose de 20 pour 100 au plus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation du silicichloroforme, du silicibromoforme et sur quelques dérivés du triphényl-silicoprotane.* Note de M. **Charles Combes**, présentée par M. Friedel.

« Pour réaliser le travail dont je donne ci-après les premiers résultats, j'ai dû préparer des quantités considérables de silicichloroforme et de silicibromoforme; j'ai cherché à rendre cette préparation facile et pour ainsi dire industrielle en augmentant le rendement et en évitant l'emploi du silicium cristallisé, utilisé primitivement par Wœhler et par MM. Friedel et Ladenburg, et celui du siliciure de magnésium indiqué par M. Gattermann (¹).

» Les expériences ont été commencées en 1891-1892 (²) et j'ai employé dès l'origine le siliciure de cuivre à 20 pour 100 de silicium préparé au moyen du four électrique de M. Héroult, et que la Société électrométallurgique française a livré au commerce dès 1889.

» L'appareil que j'emploie consiste en un vase cylindrique en fer, d'un diamètre de $0^m,12$ sur une hauteur de $0^m,60$, jusqu'au fond duquel plonge un tube en fer de $0^m,01$ de diamètre environ. L'espace annulaire compris entre les deux tubes est rempli de siliciure de cuivre en fragments de la grosseur d'une noisette. Tout le système est chauffé à température constante au moyen d'un bain de vapeur, comme dans l'appareil de Victor Meyer pour la détermination des densités de vapeurs. Par le tube central arrive un courant d'acide chlorhydrique parfaitement sec. On condense les vapeurs de silicichloroforme dans un serpentin refroidi par un mélange réfrigérant et l'on fait encore passer les gaz qui s'échappent dans du toluène sec qui retient les dernières traces de silicichloroforme. J'ai opéré successivement dans la vapeur de soufre, la vapeur de mercure et celle de diphénylamine à laquelle je me suis arrêté parce que le rendement m'a paru le meilleur dans ces conditions. Dans tous les cas, l'attaque du silicium a été complète; le silicium a été complètement transformé en produits chlorés,

---

(¹) *Berichte*, t. XXII, p. 186.
(²) *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. VII, p. 242.

et il n'est resté dans l'appareil que du cuivre métallique. On obtient environ 80 pour 100 de silicichloroforme et 20 pour 100 de tétrachlorure de silicium que l'on sépare par des distillations fractionnées. Avec l'acide bromhydrique, le rendement en silicibromoforme est un peu moins bon et l'on trouve au fond de l'appareil une petite quantité de bromure cuivreux. Cela tient sans doute à la dissociation partielle de l'acide bromhydrique. Les choses se passent tout autrement avec l'acide iodhydrique. Ce gaz étant facilement dissocié, le cuivre est transformé en iodure cuivreux qui empêche la réaction et l'on ne peut obtenir de siliciiodoforme.

» En opérant ainsi que je viens de le dire, on peut obtenir facilement, en une seule opération, 1^{kg} de silicichloroforme ; les dimensions de l'appareil peuvent, du reste, être amplifiées.

» Après la distillation du silicichloroforme, il reste une petite quantité d'un liquide bouillant plus haut que le tétrachlorure, qui est un mélange des chlorures de silicium Si^2Cl^6 et Si^3Cl^8, trouvés et décrits par M. Gattermann dans sa préparation du silicichloroforme, au moyen du siliciure de magnésium.

» Je me suis proposé de réaliser des combinaisons analogues à la paraleucaniline et à la pararosaniline, n'en différant que par le remplacement de l'atome de carbone central de ces dérivés du triphénylméthane par un atome de silicium, et de rechercher quelle influence aurait cette substitution sur les propriétés des combinaisons obtenues, particulièrement au point de vue de la formation de matières colorantes.

» J'ai d'abord tenté de combiner directement l'aniline et le silicichloroforme. Si l'on mélange des solutions, dans l'éther sec, d'aniline et de silicichloroforme en excès, il se précipite immédiatement du chlorhydrate d'aniline, et de la solution, par concentration et refroidissement, on retire une substance cristallisée qui, lavée à l'éther et séchée dans le vide, répond à la formule

$$HClSi(AzHC^6H^5)^2.$$

» Traitée par l'eau cette combinaison se détruit immédiatement en régénérant l'aniline. Avec un excès d'aniline en solution éthérée on obtient le corps

$$HSi(AzHC^6H^5)^3,$$

avec précipitation de chlorhydrate d'aniline. Enfin ces deux corps, traités en solution éthérée par HCl sec, donnent du chlorhydrate d'aniline et régénèrent le silicichloroforme.

» L'ensemble de ces propriétés montre que la liaison du silicium avec le groupe aromatique a lieu par l'intermédiaire de l'azote.

» Ces réactions ne permettant pas d'arriver au but cherché j'ai dû avoir recours à d'autres moyens.

» J'ai d'abord cherché à préparer du triphénylsilicoprotane $HSi(C^6H^5)^3$ par l'action du silicichloroforme sur le benzène monobromé en présence du sodium. Quelles que

fussent les proportions je suis retombé sur le même résultat que cette réaction a donné à M. Gattermann (1) et qu'il a publié avant moi. On n'obtient que du tétraphénylsilicoprotane $Si(C^6H^5)^4$. Cela tient à ce que le triphénylsilicoprotane réagit lui-même sur le benzène monobromé en présence du sodium.

» On ne pouvait donc espérer arriver au résultat cherché ni en partant du benzène bromé ni en se servant d'une amine aromatique primaire ou secondaire, la liaison se faisant par l'azote dans ce dernier cas comme je l'ai montré plus haut. Dans une prochaine Note je montrerai comment je suis arrivé au but que je me proposais, en employant une amine tertiaire, la diméthylaniline parabromée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de l'aldéhyde crotonique*. Note de M. **Er. Charon**, présentée par M. Friedel.

« L'aldéhyde crotonique, quel que soit le procédé employé pour sa préparation, est un produit présentant un point d'ébullition peu régulier. J'en ai préparé de notables quantités par les méthodes de Lieben et de Newbury et Orndorff; le produit est très difficile à sécher. On n'arrive à un point d'ébullition à peu près fixe qu'en séchant à chaud sur le chlorure de calcium et c'est toujours aux dépens d'une partie de l'aldéhyde qui se polymérise.

» Poursuivant une série de recherches sur ce corps, il m'a paru intéressant de voir si j'avais affaire à un produit unique ou à un mélange des deux stéréoisomères possibles.

» Dans ce but et étant donné que l'on connaît les deux acides stéréoisomériques correspondants, l'un solide fondant à 71° et l'autre fondant à 15°,5 (2) et donnant avec le premier un composé liquide, il était naturel de recourir à l'oxydation pour parvenir au but cherché. Il faut, bien entendu, opérer dans des conditions telles que l'acide donnant la combinaison liquide ne se transforme pas en son isomère solide, transformation qui se réalise très facilement à température élevée.

» Pour cela, j'ai oxydé l'aldéhyde à l'aide de l'oxyde d'argent par le procédé qu'avait déjà employé M. Kekulé (*Liebigs Annalen*, t. CLXII, p. 111).

» A une solution aqueuse saturée d'aldéhyde crotonique à $\frac{1}{10}$ environ, on ajoute un

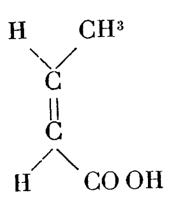
---

(1) *Deutsche chem. Gesell.*, t. XXVII, p. 1943.

(1) Wislicenus, *Chemiker Zeitung*, t. LXXVIII, p. 1756; 1895.

excès d'oxyde d'argent bien lavé. On abandonne pendant vingt-quatre heures à la température ordinaire en agitant de temps en temps, puis on porte pendant quelques heures à 50°. Lorsque l'odeur crotonique a complètement disparu, on ajoute un léger excès de carbonate de soude pour décomposer le crotonate d'argent. On calcule la quantité de sel alcalin à ajouter en supposant que toute l'aldéhyde a donné de l'acide crotonique. On filtre à la trompe, on lave l'argent, l'excès d'oxyde d'argent et le carbonate d'argent séparés; on obtient ainsi une solution incolore. On évapore cette solution dans le vide : on peut déjà constater que le résidu sec est composé d'un seul crotonate, le crotonate correspondant à l'acide fondant à 71° et d'un excès de carbonate de soude. Pour régénérer l'acide de ce crotonate, on le traite par l'acide sulfurique étendu en léger excès en refroidissant soigneusement. La solution est épuisée par la ligroïne qui abandonne l'acide en cristaux jaunâtres. Ces cristaux, souillés encore d'une trace de matière résineuse, fondent déjà à 68°. Une ou deux cristallisations à froid dans la ligroïne donnent un produit fondant à 71°.

» On peut encore purifier l'acide crotonique en le distillant dans le vide, on obtient un résultat identique. On sait que dans les conditions précédentes l'acide crotonique fondant à 15°,5 n'est pas transformé. On peut donc ainsi reconnaître que l'aldéhyde crotonique ne renferme qu'un produit unique : l'aldéhyde correspondant à l'acide crotonique fondant à 71°, auquel M. Wislicenus a donné la formule



» Dans ces opérations, j'ai obtenu des rendements atteignant 90 pour 100 de l'aldéhyde employée. Dans un cas, j'avais séparé l'aldéhyde encore aqueuse en deux portions, l'une passant à 98°-104°, l'autre à 104°-110°. Ces deux portions m'ont donné des résultats absolument identiques. La réduction de l'aldéhyde, sur laquelle je publierai prochainement les recherches que j'ai faites, m'a aussi donné des produits identiques en opérant sur les portions indiquées plus haut.

» L'étude des produits de l'oxydation spontanée (¹) de l'aldéhyde crotonique conduit à des résultats analogues. En abandonnant l'aldéhyde à l'air on obtient des cristaux qui, purifiés à l'aide de la ligroïne, fondent à 71° et une substance résineuse d'où je n'ai pas réussi à isoler l'acide croto-

(¹) *Liebigs Annalen*, t. CLXII, p. 97.

nique isomérique. Cette oxydation spontanée à l'air joue un grand rôle dans la résinification de l'aldéhyde. J'ai, en effet, toujours réussi à isoler de l'acide solide des résines que j'avais obtenues dans différentes opérations. L'oxydation de l'aldéhyde crotonique par l'oxyde d'argent, dans les conditions où je l'ai effectuée, me paraît permettre de conclure à l'unité du produit sur lequel j'ai opéré. Le point d'ébullition peu fixe est dû à l'eau que renferme l'aldéhyde et à un commencement de polymérisation, comme je m'en suis assuré. J'ai comburé les divers échantillons d'acide obtenus.

» Voici les résultats pour deux échantillons 98°-104° (I) et 104°-110° (II) :

	I.	II.
Matière employée	0,2836	gr 0,2626
Acide carbonique	0,5773	0,5350
Eau	0,1808	0,172

	I.	II.	Théorie pour $C^4H^6O^2$.
C	55,51	55,55	55,81
H	7,08	7,27	6,97

» J'ajouterai que ce procédé d'oxydation, s'il exige une quantité notable d'oxyde d'argent, donne l'acide sans isomérisation, comme le cas peut se présenter lorsque l'on emploie l'acide azotique. On peut, d'ailleurs, éviter, après chaque oxydation, la régénération de l'argent à l'état métallique. Le résidu restant sur le filtre est, en effet, un mélange d'oxyde d'argent, d'argent réduit et de carbonate d'argent; il se dissout entièrement dans l'acide azotique, et la solution donne par les alcalis de l'oxyde d'argent qui, après lavage, peut servir à une nouvelle opération. Je me suis ainsi assuré qu'en suivant cette méthode, une quantité limitée d'argent pouvait donner une quantité considérable d'acide sans recourir à la régénération de l'argent à l'état métallique, opération toujours pénible. »

PHYSIQUE. — *Les éléments de la rétine vibrent transversalement.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai établi, par une série de faits d'ordres différents, que la rétine est le siège d'oscillations propres, de période déterminée. Quel est le phénomène physique, objectif, correspondant à ces oscillations? L'activité qu'elles mettent en jeu est-elle d'ordre mécanique, thermique, chimique, élec-

trique, etc.? La réponse à cette question est difficile, d'autant plus que, se propageant, comme nous l'avons vu, de deux façons très différentes, elles doivent être d'une nature assez complexe. Voici pourtant une série de faits qui peuvent aider à la solution de ce problème. Je les ai observés depuis plusieurs années, mais je ne les avais pas encore publiés, à cause de la difficulté que j'éprouvais à les interpréter. Ce n'est qu'en les rapprochant des phénomènes d'irradiation ondulatoire décrits dans ma dernière Note, que leur analogie avec ceux-ci m'a frappé.

» Si l'on fait tourner à sept ou huit tours par seconde environ (ces chiffres n'ont rien d'absolu) un cylindre enregistreur de Marey portant sur son fond noirci une série de traits blancs parallèles et presque transversaux, formant une hélice continue à tours rapprochés d'environ 1^{mm}, ces traits prennent une apparence nettement ondulée, et l'ensemble des lignes droites formées par leur projection se change en un champ de lignes sinusoïdales régulières. Le regard doit être fixe; pour faciliter la réalisation de cette condition nécessaire, on peut tracer, au milieu des traits légèrement inclinés par rapport à la section transversale, une ligne exactement perpendiculaire à la génératrice, et revenant par suite indéfiniment sur elle-même; si l'on regarde cette ligne, la série des traits hélicoïdaux semblera passer sur elle, les uns s'en rapprochant, les autres s'en éloignant régulièrement.

» La rotation continue n'est pas une condition indispensable du phénomène, et l'on arrive à reproduire plus simplement, mais avec moins de commodité, la même apparence, en regardant pendant quelques temps plusieurs lignes blanches tracées parallèlement à $0^{mm},5$ ou 1^{mm} d'intervalle sur un papier noir, et en déplaçant ensuite le papier d'une très petite quantité alternativement à droite et à gauche de leur direction, avec un rythme assez lent, cinq ou six fois par seconde, je suppose. L'expérience ne va pas sans un peu de fatigue, à cause de la nécessité de maintenir le regard immobile.

» On voit les lignes sinusoïdales dans bien d'autres circonstances. On peut regarder, par exemple, à travers un verre concave assez fort, tenu à quelque distance en avant de l'œil, des persiennes fermées et éclairées par derrière; un balancement vertical du verre imprimera à l'image réduite qu'il donne des lames de petits mouvements parallactiques qui les feront voir ondulées. Les disques rotatifs à nombreux secteurs bien éclairés et tournant assez lentement montrent des rayons ondulés analogues.

» Quelle que soit la forme donnée à l'expérience, celle-ci revient toujours à déplacer de très peu, sur la rétine, une série linéaire d'excitations lumineuses, de manière à transporter simultanément l'excitation sur les parties contiguës à celles déjà impressionnées. Seulement, l'expérience est plus nette avec le cylindre dont le mouvement est plus régulier.

» J'ai cherché à évaluer, sur ces sinusoïdes, la longueur d'une ondulation complète, d'après la distance des dentelures successives. Cette évaluation est très difficile; le mieux est de chercher à reproduire la courbe le plus exactement possible, sur une feuille de papier placée à la même distance de l'œil que le cylindre, puis de mesurer, sur le dessin, la longueur d'une série de dentelures. Il peut y avoir jusqu'à un écart

de 1 à 1,5 entre ces évaluations, mais les moyennes d'un certain nombre de mensurations donnent des chiffres assez concordants. La longueur moyenne d'une ondulation de la courbe est de $1^{mm},3$ environ, pour une distance de $0^{m},40$ à l'œil (il faut ensuite traduire en dimensions rétiniennes les valeurs obtenues). Dans certains cas, on peut observer des ondulations plus longues, mais les précédentes persistent en même temps.

» J'ai diversifié autant que j'ai pu les conditions de ces mesures, en modifiant l'écart des lignes, la vitesse de rotation, la distance de l'œil. J'ai pu ainsi produire *sur la rétine* des vitesses de progression des lignes claires, variant entre $0^{mm},17$ et $0^{mm},60$ par seconde. Dans ces conditions, les longueurs des ondulations ont conservé sensiblement la même valeur *rétinienne*. La moyenne de vingt-six expériences m'a donné pour cette valeur $0^{mm},054$.

» Si l'on se reporte à ma dernière Note, on sera frappé, comme je l'ai été, de la concordance qui existe entre cette valeur et celle de la longueur d'onde des oscillations rétiniennes, propagées par irradiation. En effet, j'ai trouvé directement pour cette longueur d'onde $0^{mm},052$ environ.

» D'où cette conclusion, qu'il s'agit évidemment, à moins d'une coïncidence extraordinaire et bien improbable, du même phénomène dans les deux cas. On peut donc supposer que les oscillations, constatées dans mes recherches précédentes, sont dues à des vibrations transversales des éléments rétiniens. Ces vibrations doivent avoir lieu dans des sens divers par rapport à l'axe de chaque élément; mais, dans l'expérience actuelle, quand la progression de la ligne lumineuse vient exciter dans le même instant une nouvelle rangée d'éléments rétiniens, les déplacements transversaux, que nous supposons accompagner les oscillations provoquées dans ces derniers, ne peuvent avoir lieu dans la direction même de la ligne d'excitation, dont les éléments, sollicités tous à la fois, se contrarient mutuellement; ils ne peuvent donc osciller librement que dans le sens perpendiculaire de la ligne d'excitation; mais, dans cette direction même, ils ne peuvent pas se déplacer tout d'une masse du même côté, à cause de la résistance du milieu, pas plus qu'un corps élastique quelconque ne subit de déplacement de totalité, mais oscille, au contraire, successivement, partie par partie, et tend à se diviser spontanément en concamérations, vibrant par phases alternativement contraires. La même tendance existant pour la rétine, puisqu'elle possède ses vibrations propres, la nouvelle ligne d'éléments excités se divisera d'elle-même, par économie d'effort, en parties vibrantes dont chacune se déplace en sens inverse des parties voisines, et dont la longueur est fixe, étant déterminée, d'une part, par la fréquence des oscillations provoquées, d'autre part, par l'élasticité et la densité du milieu (d'où dépend leur vitesse de propagation); cette lon-

gueur devra donc être la même que celle que nous avons mesurée directement pour les oscillations propagées à distance; et c'est précisément ce que nous venons de constater.

» Quels sont les éléments rétiniens ainsi mis en vibration transversale? Il ne peut guère s'agir que des parties terminales des cônes et des bâtonnets; ce sont les seuls qui jouissent d'une certaine liberté de mouvement dans la membrane visuelle et, de plus, ce sont eux qui nous donnent la notion de position relative des excitations lumineuses. Quant à l'amplitude de leurs oscillations, elle est variable, mais elle ne m'a jamais paru dépasser au maximum une dizaine de μ dans chaque sens.

» Il va sans dire que ces phénomènes n'excluent pas la présence de vibrations d'un autre ordre, en particulier de vibrations longitudinales (suivant l'axe), rendues probables par des faits précédents ([1]). En tout cas, ils ont l'avantage de fournir un point d'appui concret pour arriver à la connaissance si difficile du véritable rôle de la lumière dans la vision. »

PHYSIOLOGIE. — *A propos de l'assimilation fonctionnelle.* Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Claude Bernard caractérise la vie par deux ordres de phénomènes : l'assimilation ou création organique, la désassimilation ou destruction organique. Cette distinction est vraie pour les êtres polyplastidaires, les animaux supérieurs comme les mammifères, par exemple, chez lesquels les deux phénomènes en question sont *chronologiquement* distincts; seulement, au point de vue du synchronisme de ces phénomènes avec le fonctionnement ou le repos, j'ai affirmé (*Comptes rendus*, 16 décembre 1895) qu'il faut renverser la proposition de Claude Bernard.

» On m'a reproché d'avoir prêté à l'illustre physiologiste une idée qui n'était pas la sienne : « Il ne s'est point prononcé, dit M. Vuillemin » (*Comptes rendus*, 17 février 1896), sur la séparation de ces phénomènes » dans le temps. » Je ne puis citer ici tous les passages des *Leçons sur les phénomènes de la vie*, dans lesquels il est dit que la destruction organique correspond aux phénomènes fonctionnels et la création organique au repos fonctionnel (p. 124, 127, 347, etc.). Il est difficile de ne pas voir dans cette *correspondance* un synchronisme nettement défini, car le repos fonc-

---

([1]) Voir *Archives de Physiologie*, 1892, p. 550.

tionnel doit représenter, il me semble, l'état d'un organe dans les *intervalles* de son fonctionnement.

» Je n'insiste pas sur la question de savoir si Claude Bernard a cru ou non à ce synchronisme de la destruction et du fonctionnement; peut-être n'ai-je pas bien compris sa pensée dans ses Ouvrages; je me contente donc de répéter, et je suis certain en cela de dire, sinon le contraire de ce qu'a dit Claude Bernard, du moins quelque chose qu'il n'a pas dit et que je crois d'une grande importance : *Il y a synchronisme entre le repos d'un organe de vertébré et une destruction de ses substances plastiques; il y a synchronisme entre le fonctionnement du même organe et une synthèse des mêmes substances.*

» D'après M. Vuillemin, j'ai montré que « la *recette accumulatrice* et la » *dépense fonctionnelle* se combinent dans un temps limité à la durée de l'as» similation ». Je ne le crois pas; j'ai nié, au contraire, la *dépense fonctionnelle* de substances plastiques. Il faut donc qu'il y ait une équivoque dans l'emploi de ces termes. Je vais m'efforcer de la faire disparaître.

» J'ai exposé longuement, dans la *Revue philosophique* (1er février 1896), que l'*ensemble* des réactions qui se produisent en un temps donné entre les substances plastiques d'un plastide et le milieu, quand le plastide est à l'état de vie élémentaire manifestée, peut se représenter par l'équation chimique

$$a + Q = \lambda a + R,$$

a représentant l'ensemble des substances plastiques au début de l'observation, Q les substances empruntées au milieu (aliments), R les substances produites dans le milieu au cours des réactions considérées, et λ un coefficient plus grand que l'unité. C'est-à-dire que l'un des résultats de cet ensemble de réactions est l'augmentation de la quantité de toutes les substances plastiques du plastide. Ainsi, par suite des réactions successives des substances a avec les substances Q, il apparaît dans le plastide plus de substance a qu'il n'en *est entré en jeu*. C'est là, à mon avis, le caractère essentiel de la vie élémentaire manifestée. Quant à avoir dit que les substances a préexistantes n'entrent pas dans ces réactions; que, somme toute, l'assimilation se produit, *à côté du plastide,* par une simple action catalytique de celui-ci, c'est là une idée bizarre que M. Vuillemin me prête gratuitement; au contraire, la deuxième phrase de ma Note du 16 décembre 1895 est la suivante : « Un plastide vivant est un corps tel, qu'il existe un mi-

» lieu déterminé dans lequel tous les éléments constitutifs de ce corps » sont *l'objet de réactions chimiques complexes*, dont un résultat est l'augmentation en quantité de ces éléments constitutifs ».

» Ces réactions sont tellement spéciales qu'elles m'ont servi précisément à *définir* le plastide vivant et ses substances plastiques.

» Il est certain que, lorsque interviennent dans une réaction n molécules de telle substance plastique de la levure de bière, *ces molécules se détruisent;* mais, dans les conditions de la vie élémentaire manifestée, leur destruction donne naissance à au moins $(n+1)$ molécules identiques (formées tant aux dépens du milieu qu'aux dépens des parties des n molécules préexistantes) et à des substances R. Il est difficile de voir deux phénomènes distincts dans la destruction de ces n molécules et la naissance simultanée de $(n+1)$ molécules semblables. Je ne crois pas que Claude Bernard les ait eus en vue quand il a défini les deux grands ordres de phénomènes vitaux; dans ce cas, en effet, il n'aurait certainement pas indiqué l'un d'eux comme correspondant au fonctionnement, l'autre comme correspondant au repos. Or, c'est évidemment d'eux que M. Vuillemin dit : « qu'ils sont simultanés, » que l'un est la contre-partie de l'autre », et je suis absolument de son avis quand il ajoute que la question de savoir si ces deux phénomènes sont simultanés ou successifs est du domaine de la Métaphysique.

» Aussi n'est-ce pas le moins du monde de ces deux parties d'un même phénomène que j'ai voulu parler quand j'ai établi le synchronisme de l'assimilation et du fonctionnement; je m'étonne même que l'on ait pu interpréter ainsi ma Note dernière.

» Pour les substances plastiques, comme pour toutes les substances chimiques, les réactions varient avec les réactifs employés. Du chlorure de sodium, traité par de l'acide sulfurique à chaud, donne de l'acide chlorhydrique; traité par de l'acide sulfurique et du bioxyde de manganèse, il donne du chlore; au repos, dans un bocal, il reste chlorure de sodium. C'est à ces trois cas que je compare les conditions dans lesquelles peut se trouver un plastide.

» *Condition n° 1*. — Vie élémentaire manifestée; réaction d'un plastide avec un milieu *contenant toutes les substances* Q *nécessaires à l'assimilation* dans des conditions physiques convenables. Dans ce cas, il y a bien destruction des substances plastiques mises en jeu, comme il y a destruction, en tant que composé défini, de toute substance qui réagit subitement; mais, et c'est précisément cela qui caractérise les plastides par rapport aux autres corps

de la Chimie, cette destruction est accompagnée de la synthèse d'une quantité plus grande des mêmes substances. Exemple : levure de bière + liquide Pasteur; résultat : assimilation.

» *Condition n° 2.* — *Activité chimique* des substances plastiques d'un plastide toutes les fois que n'est pas réalisée la condition n° 1; alors il y a encore destruction des substances plastiques, comme de toute substance chimique qui réagit; mais, cette destruction n'étant pas accompagnée de synthèse des mêmes substances, le résultat total est la destruction. Exemple : levure de bière + liquide actif non sucré; poisons, etc.

» *Condition n° 3.* — Indifférence chimique, vie latente qui est rarement réalisée complètement; cas particulier du précédent, destruction très lente.

» Eh bien, le langage étant ainsi fixé d'une manière rigoureuse, voici l'énoncé de la loi de l'assimilation fonctionnelle chez les métazoaires : *Les éléments anatomiques de tout organe qui fonctionne sont à la condition n° 1; les éléments anatomiques de tout organe qui se repose sont à la condition n° 2.* Comment cela a-t-il lieu? Je l'ai expliqué dans la *Revue philosophique* du 1er mars 1896.

» Il me semble que Claude Bernard a cru le contraire; dans tous les cas, je prétends que le fonctionnement d'un organe est un gain de substances plastiques, que le résultat du repos d'un organe est une perte de substances plastiques. C'est cette loi que je désigne sous le nom d'*assimilation fonctionnelle.* »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Une nouvelle fonction des tubes de Malpighi.* Note de M. **Valéry Mayet**, présentée par M. Edm. Perrier.

« On sait que ces organes glandulaires des Insectes sont de longs tubes sinueux, pelotonnés parfois sur eux-mêmes, montant et descendant le long du tube digestif, plus ou moins nombreux suivant les divers groupes, toujours par paires, mais variant de 2 à 4, 6, 8 et plus, jusqu'à former une paire de touffes chez certains Orthoptères (Grillons, Courtilières, etc.).

» Leur place, le long du tube digestif, n'est pas toujours la même. Tantôt ils sont accolés à ce tube, rampant sinueusement à sa surface; tantôt ils sont libres, soutenus seulement par des faisceaux de trachées respiratoires et le tissu adipeux. Le plus souvent ils débouchent par une seule paire d'ouvertures, soit à l'extrémité de l'estomac ou ventricule chylifique, *en deçà du pylore*, soit dans l'intestin, *un peu au delà du pylore*, parfois dans l'étranglement pylorique lui-même.

» Leurs fonctions ont été longtemps discutées, biliaires suivant les uns, urinaires suivant les autres, urino-biliaires d'après les derniers travaux. Outre le liquide biliaire, on n'avait trouvé, jusqu'à présent, dans leurs sécrétions, que des cristaux d'acide urique, d'oxalate de chaux et divers urates alcalins.

» L'analyse nous a révélé que, chez les larves de plusieurs Capricornes (*Cerambyx*) vivant dans le chêne, ces tubes urino-biliaires, au nombre de six, aboutissant au-dessus du pylore, renferment une très grande quantité de *carbonate de chaux*. Ce sel est même le seul qui, à la fin de la vie larvaire, se rencontre dans quatre de ces tubes; les deux derniers plus petits paraissent n'en pas sécréter. Les quatre gros tubes en deviennent rigides, turgescents et d'une couleur blanche caractéristique.

» Quel est le rôle de ce carbonate de chaux dérivé sans doute de l'oxalate, qui n'apparaît qu'à un moment donné et qui, jusqu'à présent, n'a été rencontré chez aucune autre des nombreuses larves de Longicornes disséquées par nous?

» Un travail sur les Capricornes du chêne, publié en 1891 par M. Fabre (*Souvenirs entomologiques*, 4e Volume), a été le point de départ de nos recherches. Parlant de la loge creusée dans le bois par la larve au moment de la nymphose, l'auteur dit que cette loge est fermée extérieurement par un tampon serré de débris de bois, et intérieurement par un opercule d'un blanc de craie, entièrement minéral, et qui n'offre, à l'analyse, que du carbonate de chaux. M. Fabre ajoute que ce sel calcaire est produit par l'estomac. Cette explication sommaire ne nous satisfaisant que médiocrement, nous avons poussé plus loin les investigations. Depuis plusieurs années, toutes les fois que nous pouvons nous en procurer, nous disséquons des larves de *Cerambyx*. Tant qu'elles sont jeunes, on ne trouve de calcaire nulle part, mais, à la fin de leur seconde année, on commence à en découvrir dans leurs tubes de Malpighi. Dès le début de leur troisième année, les quatre gros tubes dont il a été parlé plus haut en sont remplis.

» La composition de ce contenu calcaire est identique à celle des opercules de la loge de nymphe. Dans les deux cas, on ne trouve que du carbonate de chaux additionné d'un peu de mucosité destinée à lier la pâte calcaire.

» L'époque de la nymphose arrivée, il est facile d'imaginer la marche en avant du liquide calcarifère. Les derniers aliments digérés ayant été évacués avant la construction de la loge, l'estomac est vide. Le contenu des tubes de Malpighi s'y déverse et de même que nous voyons beaucoup

de larves dégorger du suc gastrique pour consolider les parois de leur loge de nymphe, de même les larves de Capricornes vomissent par gorgées le liquide calcaire destiné à construire leur opercule.

» Pourquoi les larves de *Cerambyx* paraissent-elles être, jusqu'à présent, les seules à présenter cette adaptation spéciale des tubes urino-biliaires? On peut penser qu'elle est utile à la conservation de l'espèce.

» Chez les Longicornes paraissant au dehors, l'année même de leur nymphose, la loge, n'ayant pas à protéger l'insecte pendant la mauvaise saison, n'est pas nécessairement fermée par une cloison calcaire. Celle de nos *Cerambyx* construite en août devra protéger l'insecte pendant onze mois, c'est-à-dire, la nymphe pendant un mois et l'insecte parfait transformé en septembre, pendant dix autres mois. Les Capricornes éclos en automne ne paraissent, en effet, au dehors qu'au mois de juin suivant. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques Bactériacées de la Pomme de terre.* Note de M. E. Roze, présentée par M. Chatin.

« Les tubercules de la Pomme de terre ne sont pas à l'abri des actions nocives des Bactériacées. Déjà, aux États-Unis, où sévit depuis quelques années une maladie particulière qui produit sur les tubercules des sortes d'excoriations pustuliformes et que l'on a appelée le *Potato Scab,* ou Gale de la Pomme de terre, MM. Thaxter et Bolley ont pu démontrer que cette maladie était due à une Bactériacée, l'*Oospora Scabies* Thaxter, qui vit aux dépens de la pelure de ces tubercules et en désagrège les parties qu'elle peut envahir. Il paraît même que les Betteraves ne laisseraient pas que d'être attaquées également dans les champs contaminés par cette Bactériacée.

» D'un autre côté, on a remarqué, parmi les Pommes de terre apportées aux Halles de Paris et dans les fournitures faites à l'Assistance publique, qu'un certain nombre de tubercules présentaient çà et là de petites perforations subérifiées : il en est résulté qu'ils ont été disqualifiés sous le nom de *tubercules piqués*. J'ai eu à ma disposition quelques-uns de ces tubercules, appartenant à une variété très estimée, dite *Saucisse,* qui, à la consommation, avaient été reconnus comme ayant un assez mauvais goût. Le fait, en lui-même, n'eût été que peu intéressant, si toute la récolte d'un champ, à Epône, dont provenaient ces tubercules, ne s'était trouvée dans le même état.

» En coupant longitudinalement ou transversalement une de ces perforations subérifiées, on pouvait observer, d'abord peu distinctement, puis plus visiblement une heure après, que tout autour de la perforation se trouvait une zone rayonnante, d'un demi-centimètre environ, d'abord d'un brun très pâle, puis un peu plus foncé. En étudiant, à de forts grossissements, sur une coupe fraîche, les cellules voisines de cette zone brunissante et qui étaient encore saines, je pus constater que les noyaux en étaient presque transparents avec un ou deux nucléoles plus réfringents. Mais dans la partie colorée, limitant la zone, les noyaux cellulaires avaient pris un autre aspect : ils se montraient remplis d'une quantité de corpuscules immobiles, incolores; ce noyau toutefois n'était pas coloré. Des préparations faites avec des cellules voisines de la perforation permettaient d'observer les mêmes phénomènes, seulement les noyaux avaient pris une teinte d'un brun rougeâtre et une forme plus régulièrement sphérique. Dans toutes les cellules de la zone, il y avait coagulation et brunissement des matières protéiques, et ce brunissement était plus intense dans les cellules à noyau coloré. Je fus assez heureux pour écraser, par pression, l'un de ces noyaux : il en sortit un grand nombre de corpuscules extrêmement petits que je pus néanmoins reconnaître pour un *Micrococcus* incolore, à contour ovale-elliptique, mesurant à peine $\frac{1}{2}\mu \times \frac{1}{3}\mu$, et que je propose d'appeler *Micrococcus nuclei* pour en rappeler la station. C'est à son action nocive qu'il faut probablement attribuer la mortification des cellules du parenchyme des tubercules dont la saveur est désagréable ([1]).

» Mais si ce *Micrococcus* ne prenait qu'un faible développement, car je n'ai pu en constater la présence hors des noyaux cellulaires, il n'en est pas de même d'une autre espèce du même genre que j'ai observée dans des tubercules de la variété *Richter's Imperator*. M. Henry de Vilmorin disait de cette variété, en 1888, que c'était une Pomme de terre d'une extrême vigueur, très productive et riche en fécule, mais qu'on lui reprochait de se conserver assez mal et de se gâter à l'intérieur sans que rien trahisse extérieurement la maladie, ce qui est surtout dangereux quand les tubercules ainsi attaqués sont employés pour semence.

» J'ai reçu de la maison Vilmorin des tubercules de cette variété, rejetés après inspection comme avariés. Une coupe transversale me permit de

---

([1]) Des tubercules de la variété *Shaw* (ou *Chave*), également *piqués* et refusés comme tels dans une fourniture faite à l'Assistance publique, contenaient, dans les mêmes conditions, le *Micrococcus nuclei*.

constater que l'intérieur de deux de ces tubercules présentait des taches irrégulières, grisâtres, à contour plus foncé, d'un diamètre d'un ou de deux centimètres, et représentant des coupes d'îlots gangrenés, situés dans l'épaisseur du parenchyme. Je plaçai sous cloche, dans un air humide, par une température variant de 10° à 15°, ces tubercules ainsi sectionnés, et je fus assez surpris de voir, vingt-quatre heures après, les taches grisâtres exsuder un grand nombre de petites gouttelettes sphériques, laiteuses, qui, en se réunissant deux ou trois jours après, produisaient une légère couche d'un liquide blanchâtre sur toute la surface de ces taches. Je reconnus que j'étais en présence de colonies très pures d'un *Micrococcus* qui remplissait les cellules de ces îlots malades. La forme de cette nouvelle espèce est également ovale elliptique : elle est incolore et sa dimension m'a paru être de $2\mu \times 1\mu$; le vert de méthyle la colore en bleu. En outre, j'ai pu l'observer en voie de dédoublement. Je crois devoir la nommer *Micrococcus Imperatoris*, en la considérant comme étant la véritable cause de la maladie spéciale de la variété *Richter's Imperator*. Du reste, d'autres tubercules montraient cette maladie dans un état plus avancé, car ils présentaient, à la place des îlots grisâtres déjà résorbés, de véritables cavités, tapissées par un feutrage de plusieurs mycéliums appartenant à diverses espèces de Mucédinées, dont le rôle doit être d'achever la destruction des tubercules préalablement gangrenés par le *Micrococcus* (1).

» Il est à présumer que de nouvelles recherches permettraient de découvrir d'autres Bactériacées, comme cause efficiente de maladies semblables, encore inexpliquées. »

BOTANIQUE. — *Les Hypostomacées, nouvelle famille de Champignons parasites.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« Dans les aiguilles de Conifères, que je dois à l'obligeance de M. le professeur Fliche et de M. Mer, j'ai découvert deux Champignons parasites, que je considère comme les représentants d'une famille nouvelle de l'ordre des Ustilaginées, rappelant à certains égards les Ascomycètes et les Hyphomycètes.

(1) J'ai pu constater l'envahissement des cellules du parenchyme d'un tubercule sain d'*Imperator* par le *Micrococcus Imperatoris* déposé sous l'épiderme. Cette inoculation, qui n'avait pas réussi sur un tubercule maintenu seulement dans l'air humide, a eu plus de succès sur un autre enterré dans du terreau très humidifié.

» Chacun de ces parasites est le type d'un genre nouveau. Le premier, *Meria Laricis,* est l'agent d'une maladie du Mélèze, décrite récemment par M. E. Mer (*Comptes rendus*, 16 décembre 1895). Le second, *Hypostomum Flichianum,* attaque les *Pinus austriaca* et *montana*, aux environs de Sens, altère les aiguilles dès leur apparition, provoque leur chute au commencement de la deuxième année et tue les sujets débiles.

» Les filaments du thalle sont cloisonnés, ramifiés, entourés d'une gaîne mucilagineuse. Ce caractère, qui s'observe dès le début de la végétation, rappelle les Ustilaginées prêtes à fructifier. Chez les Hypostomacées, l'apparition des fructifications est presque contemporaine de la pénétration du parasite dans les feuilles. Les cellules envahies sont immédiatement nécrosées, ainsi que les cellules voisines, dans lesquelles le Champignon répand ses produits toxiques. Les Hypostomacées sont plutôt des empoisonneuses que des parasites. Les Ustilaginées détruisent aussi l'organe aux dépens duquel elles fructifient.

» La première ébauche des fructifications, organisée dans la chambre à air des stomates, rappelle les débuts du développement des périthèces des Ascomycètes. Chez le *Meria,* l'extrémité d'un filament se redresse perpendiculairement à l'épiderme, se renfle en massue et vient insinuer sa pointe dans l'ostiole du stomate. La masse se distingue par son contenu granuleux et sa membrane mince, non mucilagineuse. Elle prend d'abord deux ou trois cloisons transversales, puis des cloisons diversement orientées. Les cellules ainsi produites finissent par se juxtaposer et constituent l'assise fertile. En même temps, des rameaux détachés de la base de la massue enveloppent la partie inférieure du tissu fertile d'une cupule mucilagineuse. Chez l'*Hypostomum,* il se forme d'abord un petit peloton mucilagineux par l'anastomose de deux ou plusieurs filaments, plus rarement par l'enroulement d'un filament unique. De ce peloton se détache un tube à paroi rigide, qui subit une forte courbure et, comme la massue des *Meria,* vient se terminer dans l'orifice stomatique. Ensuite quelques cloisons divisent en articles courts le tube et le peloton basilaire. L'extrémité saillante de la massue ou du tube ne fonctionne pas comme trichogyne. Elle paraît avoir un rôle respiratoire, comme M. Van Tieghem l'admet pour les organes similaires des Ascomycètes.

» Les cellules fertiles du *Meria* peuvent passer l'hiver sans se modifier. Parfois elles poursuivent leur développement dès l'automne ou même en hiver, si l'on place les aiguilles du Mélèze dans une atmosphère chaude et humide. Chacune d'elles étire son sommet en un tube filiforme, qui franchit l'ostiole, puis s'élargit pour donner naissance à un arbuscule sporifère. Après avoir fourni, par dichotomies successives, un nombre variable de branches isolées par une cloison à la base, l'arbuscule produit des rameaux terminaux, légèrement arqués, prenant trois cloisons et portant quatre spores latérales unicellulaires. Les spores du *Meria Laricis* sont incolores, faiblement rétrécies au milieu, et mesurent 8^{μ} à 10^{μ} sur $2^{\mu},6$ à $2^{\mu},7$. Les rameaux sporifères sont identiques aux filaments issus des kystes sporiformes des *Ustilago*. Comme chez les Ustilaginées, le nombre des cloisons et des spores offre d'assez fréquentes variations. Dans les cultures, des tubes se substituent parfois aux spores; d'autres naissent direc-

tement des branches de l'appareil sporifère et même des cellules fertiles, quand l'épiderme est détruit ou macéré. Ces filaments s'unissent entre eux par de fines pointes anastomotiques.

» Les *Meria* diffèrent des Ustilaginées vulgaires par l'absence de kystes et par la complication du support des articles sporifères. Leur fructification n'en est pas moins analogue à celle des *Tuburcinia*. Si les cellules fertiles n'ont pas épaissi leur membrane pour s'adapter au transport par le vent, la protection est réalisée par l'épiderme lignifié du Mélèze, la dispersion est assurée par la caducité des aiguilles, accélérée par le parasite. Une semblable adaptation est connue chez les Pucciniées parasites des Conifères : les *Chrysomyxa* n'organisent pas en téleutospores résistantes et transportables les cellules d'où sortent les filaments sporifères. La puissance de l'appareil sporifère s'explique, si l'on songe que les cellules fertiles, toujours en continuité avec les filaments vivants du parasite, lui fournissent des matériaux moins rigoureusement mesurés que les kystes des autres Ustilaginées.

» Chez l'*Hypostomum*, les ébauches fructifères uniformes assurent, suivant les saisons, soit la dissémination, soit la conservation. Au printemps, l'ébauche s'épuise en donnant un appareil conidien. Quelques filaments détachés de l'ébauche, utilisant le point faible des couches protectrices de la feuille, viennent déchirer les cellules annexes des stomates et former un stroma reposant sur l'hypoderme et les cellules de bordure auxquelles adhère la base des cellules annexes, soulevant et fissurant l'épiderme. Le stroma donne des tubes ramifiés, soudés entre eux, formant une couche brune protectrice à la périphérie, des filaments sporifères au centre. Les conidies triseptées répondent à la diagnose des *Fusarium*, avec une membrane incolore, un contenu rose. Elles mesurent $20\text{-}27^{\mu}$ sur $2^{\mu},5\text{-}3^{\mu}$. Parfois des spores secondaires naissent sous les cloisons. Les unes ressemblent à leur support, les autres sont ovales et bourgeonnent à la façon des levures. Ces levures se multiplient dans les puits des stomates et y envoient de minces filaments.

» Au milieu d'octobre, les ébauches fructifères, qui ne se sont pas épuisées à émettre à distance des appareils conidiens, concentrent leurs ressources en elles-mêmes, grandissent, se transforment en une balle de 10-20 kystes inégaux, dont la paroi, épaisse de $1^{\mu},5$ à $3^{\mu},5$, est limitée par une mince pellicule d'un noir violacé.

» Tandis que le *Meria*, par ses spores légères, reproduit fidèlement le type des Ustilaginées, l'*Hypostomum*, par ses organes conservateurs, représente un état inférieur de l'évolution de cet ordre. Les Hypostomacées constituent, dans l'ordre des Ustilaginées, la famille qui trahit le plus nettement ses affinités avec les Ascomycètes. C'est le point de départ d'une série qui se définira progressivement par une adaptation croissante

à la vie parasitaire et par une dégradation de l'appareil fructifère qui, dans les types les plus évolués, les plus distants des Ascomycètes, ne donnera plus que des kystes isolés, de forme et de dimension constantes. Produit d'une adaptation parasitaire, l'ordre des Ustilaginées ne saurait être considéré comme précurseur des Basidiomycètes (¹). »

GÉOLOGIE. — *Sur le renversement des plis sur les deux versants de l'Atlas de Blida (Algérie).* Note de M. E. FICHEUR, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La structure des chaînons, dont l'ensemble constitue le massif de Blida, présente une complication remarquable par le renversement des plis de chaque côté de l'axe orographique que forme la ligne des crêtes des Beni-Salah et des Mouzaïa. J'ai signalé, dans une Note antérieure (²), l'étendue du recouvrement sur les contreforts du versant nord; l'étude poursuivie dans tout le massif, sous la direction du Service géologique de l'Algérie, m'a permis de reconnaître des phénomènes d'une amplitude comparable sur les contreforts du versant sud.

» La comparaison avec certaines régions du littoral algérien m'a fourni quelques données nouvelles sur la position stratigraphique des diverses assises de ce massif.

» La puissante série des schistes argileux, que j'ai désignés sous le nom de *schistes de la Chiffa*, doit se placer au niveau des schistes et quartzites des Traras, avec lesquels j'ai constaté la plus grande analogie, et, suivant toute probabilité, se rapporter à la base des terrains *primaires*.

» Entre ces schistes et le Crétacé inférieur, sur le versant nord, de nombreux lambeaux, parfois puissants (Oued-Kebir, Mermoucha), d'une formation démantelée de calcaires compacts, présentent une telle analogie avec les calcaires du Djurjura, que je n'hésite pas à les attribuer au *Lias* (inférieur et moyen).

» Sur le versant sud se superposent les différents termes de la série crétacée, pauvre en fossiles, comme dans tout l'Atlas métidjien. Le *Cré-*

(¹) L'étude détaillée de cette famille paraîtra dans le *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*.

(²) FICHEUR, *Sur l'existence des phénomènes de recouvrement dans l'Atlas de Blida* (*Comptes rendus*, 23 janvier 1893).

tacé inférieur est représenté par une puissante succession d'argiles schisteuses, de quartzites, avec lentilles calcaires, renfermant en plusieurs points des Ammonites ferrugineuses, des Ancyloceras (déjà signalés par M. Ponsot). Puis viennent les étages du *Gault*, du *Cénomanien* et du *Sénonien*, avec leurs faciès propres à la région littorale.

» Le *Danien* argilo-grèseux n'existe que sur le versant nord, en relation avec les assises de l'*Éocène moyen* (Souma, Bouïnan).

» Le *Cartennien* (Miocène inférieur) apparaît sur la bordure nord, sous la nappe de recouvrement, et prend un développement important aux deux extrémités. C'est à cet étage que doivent être rapportés les calcaires à mélobésies des contreforts de la rive gauche de l'Harrach et non à l'Helvétien.

» De chaque côté de l'axe des Beni-Salah, constitué par les schistes de la Chiffa et le Néocomien, les plis se sont étirés et renversés en sens opposé, présentant une disposition en éventail, qui se reproduit dans la deuxième ride que forment les crêtes des Beni-Messaoud.

» I. *Versant nord*. Un pli anticlinal, à noyau schisteux, s'étale sur une largeur moyenne de 4^{km}, en s'abaissant vers la plaine et recouvrant les lambeaux du Lias, des divers étages crétacés et du Cartennien. C'est le *pli de Blida*, dont l'allure est surtout manifeste au voisinage de cette ville (Oued-Kébir). Il s'étend à l'ouest sur les pentes inférieures du Mouzaïa; à l'est, au-dessus de Souma, il se complique de l'intercalation dans la partie élevée (Djebel-Tafrint) d'un noyau elliptique de grès éocènes, doublement replié au nord. L'étendue de ce pli est d'environ 30^{km}; il se termine au col de Mouzaïa par un faisceau de plis à axe vertical ou légèrement déversé au nord; à l'extrémité est, il n'a qu'un écho affaibli dans le déversement du Danien et de l'Éocène sur le Cartennien, au-dessus de l'Harrach.

» II. Au *revers sud* commence la région crétacée des Beni-Messaoud, où les superpositions anormales sont les plus fréquentes, la base des contreforts étant occupée par les marnes du Sénonien, que surmontent les calcaires cénomaniens. Plusieurs zones de plissement peuvent s'y distinguer :

» A. Un premier anticlinal, à axe néocomien, est couché au sud sur une largeur de 4^{km} environ et sur toute l'étendue de la chaîne; le renversement est manifeste sur la route de Médéa, au delà du Camp-des-Chênes; c'est le *pli de Tiberguent*. A son extrémité ouest, au flanc du Mouzaïa, la boucle crétacée recouvre le Cartennien; ce pli se prolonge à l'est dans les crêtes du Djebel-Hallouk (Beni-Miscera).

» B. Le *pli des Beni-Messaoud* se montre de chaque côté de la route sous forme d'un anticlinal du Gault déversé au nord et au sud sur le Cénomanien et le Sénonien; il se poursuit dans les crêtes par un faisceau de plis disposés en éventail à flancs inégaux, l'anticlinal principal s'étalant au sud sur une largeur de 3^{km}. Une disposition analogue s'observe dans le prolongement au nord-est (crêtes des Beni-Miscera).

» C. L'indication d'un troisième pli couché au nord est donnée par le renverse-

ment du Gault et du Cénomanien sur le Sénonien au nord d'Hassen-ben-Ali; la boucle se replie sur un îlot cartennien et sur un lambeau de poudingues rouges aquitaniens.

» Mais l'extension de ce dernier pli est masquée par la couverture du terrain helvétien, qui forme le plateau de Médéa, et dont l'allure régulière contraste de la manière la plus complète avec les dislocations résultant des accidents ci-dessus indiqués.

» En résumé, l'axe des schistes primaires de la Chiffa paraît avoir formé une zone de résistance, contre laquelle la poussée simultanée du nord et du sud a donné lieu à l'étirement des plis en sens inverse et à la production d'une deuxième zone de plis en éventail au sud de la première.

» Ces actions orogéniques paraissent avoir eu leur maximum d'intensité après le dépôt du Cartennien, et antérieurement à l'Helvétien, dont les assises n'en sont pas affectées. D'autre part, des coupes précises attestent que le renversement de certains plis était déjà accusé avant l'époque de l'éocène moyen (Souma, Mouzaïa).

» La crête des Beni-Salah est le représentant le plus important d'une ancienne chaîne vraisemblablement émergée pendant toute la durée des temps paléozoïques, dont quelques rares îlots, très espacés (Djebel-Douï, Temoulga), attestent la continuité avec l'axe du massif des Traras (Nemours) où l'on retrouve également les schistes primaires, le Lias, le Crétacé inférieur et le Cartennien. L'analogie se complète par le recouvrement, dans des conditions semblables, des Schistes, du Lias et du Crétacé sur le Cartennien, que j'ai reconnu sur le flanc nord du massif des Traras, en octobre 1893.

» Une des conséquences de ces observations est la démonstration évidente de l'importance des mouvements orogéniques qui ont séparé en Algérie les deux périodes du Miocène inférieur et du Miocène moyen. Cette importance est attestée par les discordances remarquables constatées sur tous les points entre le Cartennien et l'Helvétien, et confirme une fois de plus l'exactitude de la magistrale classification établie depuis longtemps par M. Pomel pour les terrains miocènes de l'Algérie. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains secondaires des provinces de Murcie, Almeria, Grenade et Alicante (Espagne).* Note de M. **René Nicklès**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La zone subbétique, comme MM. Bertrand et Kilian l'ont montré pour l'Andalousie, est parcourue par un système de plis parallèles à la

direction générale de la chaîne bétique et de la grande faille du Guadalquivir. J'ai pu reconnaître que cette structure se poursuit dans le nord-est de la province de Grenade et dans les provinces d'Almeria, de Murcie, d'Alicante et de Valence.

» On peut considérer, comme participant à ce ridement, la Sierra Seca, la Sierra Grillemona, la Sierra Sagra (province de Grenade); les sierras Maria et Periate (Almeria); les sierras de Caravaca, de las Cabras (Murcie); la sierra de Crevillente; enfin, les sierras qui environnent Alcoy dans les provinces d'Alicante et de Valence.

» On peut, de plus, signaler, dans la zone subbétique, l'existence d'un deuxième système de dislocations, de direction perpendiculaire au premier. Cette structure, facilement observable dans la région d'Alicante, dans les sierras d'Orcheta, de Busot, aux environs d'Alfaz et de Callosa de Ensarria et dans la grande faille qui limite, à l'est, la Sierra Mariola, se retrouve à l'ouest dans la province de Murcie, bien que les plis perpendiculaires à la faille du Guadalquivir y semblent plus rares. Il y aurait donc là une certaine analogie avec le réseau orthogonal que M. Marcel Bertrand a fait connaître en 1894 pour la France.

» L'étude stratigraphique des terrains secondaires entre la Sierra Sagra (nord-est de la province de Grenade) et la province d'Alicante a fourni les résultats suivants :

» Série liasique (versant sud de la Sierra Sagra, *Cortijo Monja*). — 1° *Sinémurien :* calcaires à nodules siliceux, *Arietites* cf. *multicostatus* Hauer. 2° *Charmouthien :* *a.* calcaires siliceux et pyriteux, *Cœloceras Pettos* Quenot. *Lytoceras* n. sp., *Phylloceras*, *Oxynoticeras* de grande taille; *b.* calcaires avec *Rhacophyllites lariensis* Men., *Harpoceras normannianum*, Orb.; *c.* marno-calcaires gris clair à *Harp. algovianum* Opp. 3° *toarcien :* marnes avec *Hildoceras bifrons* Brug., *Lioceras complanatum* Brug. et plusieurs espèces de *Lytoceras* et *Phylloceras*.

» Bajocien : Au Cortijo Giron, calcaires blancs avec *Sphæroceras Sauzei* Orb. *Cœloceras Braikenridgii Sow.*, plus à l'ouest *Cœloceras linguiferum* Orb.

» Des calcaires renfermant parfois des nodules siliceux séparent le Bajocien du Jurassique supérieur : la rareté des fossiles ne permet pas de savoir exactement à quels étages ils doivent être rattachés.

» Jurassique supérieur, particulièrement bien représenté à la Peña Rubia, entre Cehegin et Caravaca (province de Murcie), dans la Sierra Sagra (province de Grenade) et dans la Sierra de Crevillente (province d'Alicante). Dans ces gisements, distants en ligne droite de 160^{km}, la base présente des colorations vives, rouge brique, analogues à celles des couches de même âge décrites à Cabra, par M. Kilian, et dans les Baléares, par M. Nolan.

» Les divers horizons qu'on peut y relever sont, à la Peña Rubia :

» 1° Des couches fortement colorées, riches en globigérines, et séparables en deux niveaux : *a.* calcaires marneux, grumeleux, avec *Aspidoceras cf. altenense* Orb.,

Asp. cf. acanthicum Opp., *Asp. Œgir* Opp., *Haploceras elimatum* Opp., *Phylloceras Silesiacum* Opp., *Ph. polyolcum* Favre, *Ph. Kochi* Opp., *Ph. cf. serum* Opp., *Rhacophyllites Loryi* M. Ch., *Simoceras Catrianum* Zitt., *Perisphinctes cf. Doublieri* Orb., *Per. senex* Opp.; *b.* calcaires marneux de teinte souvent plus orangé, avec *Aspidoceras contemporeaneum* Favre, *A. hypselus* Opp., *Peltoceras Fouquei* Kil., *P. bimammatum* Quenst., *Haploceras cf. carachtheis* Zeuschn., *H. cf. leiosoma* Opp., *Phylloceras Silesiacum* Opp., *P. cf. serum* Opp., *Rhacophyllites Loryi* M. Ch., *Perisphinetes Doublieri* Orb., *Oppelia Frotho* Opp.

» 2° Des calcaires plus compacts, gris rosé, renfermant *Phylloceras Silesiacum* Opp., *Perisphinctes* et *Lytoceras*. Dans les bancs supérieurs, on trouve *Pygope cf. dilatata* Catul.

» Dans la Sierra Sagra (Cortijo Masa) la série est analogue, avec couches rouges à la base, renfermant *Aptychus sparsilamellosus* Gumbel, *Apt. latus* Park., *Perisphinctes*, *Oppelia* et, au sommet, *Aspidoceras Acanthicum* Opp.

» Au-dessus, séparés des précédents par une brèche à gros éléments, on voit des calcaires avec *Rhacophyllites Loryi* M. Ch. et *Perisphinctes* recouverts par des couches marneuses blanches, probablement berriasiennes.

» Dans la Sierra de Crevillente on retrouve encore ces deux termes : calcaires marneux rouges avec *Rhacophyllites Loryi* M. Ch. *Peltoceras Fouquei* Kil. *Collyrites cf. carinata* Des Moulins, et calcaires blancs avec *Perisphinctes cf. fraudator* Zitt., qu'il faut probablement rattacher au Berriasien.

» Berriasien. — Au-dessus des calcaires rouges ou roses auxquels la Peña Rubia doit son nom, doivent être placés des calcaires très marneux, blancs, renfermant une faune berriasienne. Aux environs de Cehegin (Loma de la Solana), où le Berriasien est le plus complet, on distingue de bas en haut : 1° marnes avec *Metaporhinus convexus* Catul., *Phylloceras ptychoïcum* Quenst., renfermant aussi des fossiles pyriteux mal conservés ; 2° calcaires siliceux avec *Hoplites cf. narbonensis* Pict. et *Haploceras tithonium* Opp.; 3° marnes à fossiles pyriteux, *Pygope diphya* Col.; 4° calcaires noduleux avec *Holcostephanus groteanus* Opp., *Lytoceras municipale* Opp., *Pygope janitor* Pict., *P. diphyoïdes* Orb., *Hopl. Euthymi* Pict. Ces assises sont recouvertes par des couches marneuses blanches néocomiennes avec *Holcostephanus Astieri* Orb.

» Quelques gisements berriasiens, peu éloignés de Cehegin, renferment avec les espèces citées précédemment : près du rio Quipar, *Hoplites occitanicus* Pict., *Holcostephanus Negreli*, Math., et aux environs de Caravaca, *Phylloceras ptychoïcum* Quenst., *Hoplites Carpathicus* Zitt., et *H. Calisto* Orb.

» Crétacé inférieur. — *Néocomien.* — Le Néocomien avec fossiles pyriteux est bien représenté aux environs de Cehegin. Il renferme *Phylloceras diphyllum* Orb., *Ph. Tethys* Orb., *Haploceras Grasianum* Orb., *Holcostephanus Astieri* Orb., *Hoplites neocomiensis* Orb., *Hopl. Arnoldi* Pict. et Camp., *Hopl. cryptoceras* Orb., *Lytoceras Juilleti* Orb., *Lyt. strangulatum* Orb.

» Cet étage est aussi parfaitement reconnaissable dans la Sierra Maria (prov. d'Almeria) où l'on distingue deux niveaux au Cortijo del Bancal : 1° calcaires marneux avec *Haploceras Grasianum* Orb., *Lytoceras Juilleti* Orb., *Holcostephanus;* 2° calcaires marneux blancs avec *Holc. cf. Hispanicus* Mall., *H. Astieri* Orb.

» *Barrêmien.* — Dans cette dernière localité, le Néocomien est recouvert par des calcaires marneux blancs avec nodules siliceux renfermant *Phylloceras Rouyanum* Orb.; on trouve également au Cerro Trompeta (Sierra Sagra) des couches marneuses grises avec *Phyll. Rouyanum* Orb., et des fragments paraissant se rapporter à *Desmoceras difficile* Orb. et *Heteroceras*. Ces couches surmontent d'ailleurs le Néocomien à fossiles pyriteux (*Hopl. cryptoceras* Orb., *Phylloceras Tethys* Orb., *Lytoceras strangulatum* Orb.).

» Crétacé supérieur. — Le crétacé supérieur fossilifère paraît très peu développé : toutefois, dans les collines de calcaire blanc crayeux situées au sud de Caravaca, j'ai trouvé *Radiolites* et *Cardiaster* (?).

» Des calcaires analogues, mais plus crayeux, à l'ouest de Cehegin, renferment des fragments d'un échinide appartenant probablement au genre *Stegaster*.

» Les mers jurassiques et crétacées ont donc circulé librement dans le détroit bétique; le faciès très constant du Néocomien (faciès vaseux à Céphalopodes) paraît même exclure l'idée de tout rivage voisin, et permet d'attribuer à la mer une largeur plus grande que ne le ferait d'abord supposer l'examen des cartes géologiques. Les faunes ont un caractère nettement alpin, qu'on ne retrouve pas dans le Lias du Portugal, ni dans le Malm de la province de Teruel. C'est une confirmation de l'hypothèse de M. Munier-Chalmas, sur l'apport de ces formes alpines par des courants orientaux pendant la durée du Secondaire.

La possibilité d'une discordance transgressive du Cénomanien reste à étudier, malgré toutes les recherches poursuivies sur ce point. Toutefois, la présence du Crétacé supérieur dans le détroit bétique est indubitable : il semble s'y présenter avec des faciès analogues à ceux des provinces d'Alicante et de Valence, sous la forme de massifs souvent dolomitiques pour les étages les plus anciens; pour les plus récents, la rareté relative de leurs affleurements peut être expliquée par la régression de la mer à la fin du Crétacé et son cantonnement au fond des synclinaux, particulièrement pendant le Danien, suivant la remarque de M. Munier-Chalmas. »

MÉTÉOROLOGIE. — *L'observatoire du mont Aigoual (Gard).* Note de M. **G. Fabre**, présentée par M. Mascart.

« Le 28 mai 1883, le regretté général Perrier faisait connaître à l'Académie que le mont Aigoual, sommet culminant des Cévennes du Gard, à l'altitude de 1567^{m}, allait être couronné par un observatoire météorologique. Cette montagne, des flancs de laquelle sortent d'un côté l'Hérault

et de l'autre une foule d'affluents du Tarn, est située au milieu d'une vaste région presque déserte, que la lente déforestation pendant les siècles passés avait ruinée.

» Dès 1875, nous avons attiré l'attention des Pouvoirs publics sur cette région déshéritée; elle est devenue l'objet de grands travaux de restauration forestière, poursuivis avec persévérance par l'État, en vue d'y régulariser le régime torrentiel des eaux courantes. Déjà plus de 8000^{ha} ont été acquis par l'État et sont reboisés. Une somme de près de trois millions de francs a été consacrée à ces utiles travaux, qui ont créé là une magnifique richesse forestière d'avenir. Aussi appartenait-il tout naturellement au Service forestier de prendre en main la construction et la gestion de l'observatoire projeté au centre de ces futures forêts.

» En effet, dès le 16 février 1885, le Ministre de l'Agriculture décidait la création de l'observatoire de l'Aigoual, et un décret postérieur (12 septembre 1887) stipulait que l'édifice « serait affecté au Service forestier » pour être géré par lui comme station de recherches ».

» Les plans furent approuvés en 1886. Il fallut ouvrir une route d'accès de 10^{km} et, après des difficultés de toute nature, l'observatoire a pu être à peu près terminé en septembre 1895. La dépense totale s'est élevée à 273000^{fr}.

» Nous croyons devoir faire part de ce résultat à l'Académie, qui a bien voulu, dès le début, s'intéresser à notre œuvre par l'allocation d'une subvention importante. Aujourd'hui l'observatoire existe, vaste, commode et monumental; c'est un bâtiment en pierres de taille à deux étages, long de 24^m, large de 13^m et flanqué à son angle S.O. par une tour massive de 17^m de haut, portant une terrasse. Aucune pièce métallique n'entre dans la construction, à cause des dangers de la fulguration; tout le bâtiment est protégé par un paratonnerre du système Melsens, comprenant 168 pointes en cuivre, un réseau de conducteurs aériens en cuivre plat de 285^m de long et quatre rattachements à la terre s'étendant à plus de 300^m de distance par un réseau souterrain en fer de 1220^m de long.

» Quelques dispositions particulières sont intéressantes à signaler, parce qu'elles constituent des innovations de construction. C'est l'emploi de galeries ou corridors, pour isoler les pièces habitées d'avec les murs extérieurs; ces galeries sont assez largement vitrées pour qu'elles puissent servir de serres en quelque sorte, par la concentration de la chaleur solaire. L'observatoire présente une surface vitrée de 105^{mq}, ce qui, pendant les claires journées d'insolation du mois de janvier écoulé, a permis d'avoir,

dans les galeries vitrées, des températures supérieures à zéro, alors que le thermomètre extérieur marquait — 15°.

» Dès maintenant l'observatoire du mont Aigoual sert au logement du garde forestier observateur, de son aide et de leurs familles, soit neuf personnes de tout âge. Indépendamment des pièces affectées à l'habitation du personnel forestier fixe, il y en a d'autres réservées pour les instruments, pour le bureau télégraphique, pour le Directeur et pour les savants qui voudront y séjourner, en vue d'études spéciales.

» Suivant l'expression du général Perrier, l'établissement doit être un véritable laboratoire scientifique pour les physiciens, les agriculteurs, les géologues et les botanistes qui voudront étudier le midi de la France.

» L'outillage scientifique est loin d'être complet encore, mais il peut déjà donner de précieuses indications sur le climat des Cévennes, climat d'autant plus intéressant à étudier à l'Aigoual que cette montagne est précisément située sur cette partie de la ligne hydrographique de partage des eaux de la France, où viennent lutter et se heurter les influences climatologiques contraires de l'Océan et de la Méditerranée.

» Du reste, l'importance de l'observatoire est singulièrement augmentée par le fait qu'il se trouve à 65^{km} à peine de l'École d'Agriculture de Montpellier, où d'excellentes observations de plaine sont poursuivies depuis dix ans sous la savante direction de M. le professeur Houdaille.

» Le mois de janvier écoulé a permis de mettre à profit cette proximité des deux observatoires pour étudier une remarquable bourrasque de mistral qui a sévi en Languedoc, le 9 janvier, alors que, sur la rive gauche du Rhône et en Provence, le vent n'avait rien présenté d'anormal. Depuis le 2 janvier, le baromètre se tenait à l'observatoire dans les hautes pressions de 635 à 637,8 avec beau ciel et vents faibles du sud, quand le 8, à midi, une baisse commence et s'accentue dans la soirée, en même temps que le ciel se couvre d'alto-stratus dans le nord-nord-est; le vent saute alors brusquement au nord, s'y maintient et y fraîchit d'heure en heure, en même temps que le baromètre descend rapidement; déjà à 11^h du soir c'est une vraie tempête, qui dure jusqu'à 3^h du matin dans la nuit du 8 au 9 janvier; la colonne barométrique est alors agitée par des soubresauts de plus de 2^{mm} d'amplitude, et elle descend à 627^{mm}, soit une baisse de $10^{mm},8$ en vingt-quatre heures. L'anémomètre à maxima de M. Houdaille indique alors des coups de vent de 75^m à la seconde. A cette première bourrasque, d'autres ont succédé pendant quatorze heures, avec vent très violent et ciel clair, de gros cumulus de neige restant à peu près immobiles à l'horizon nord-nord-est; puis, dès le 10 janvier, le baromètre remontait lentement d'une façon continue et déjà le 11 il atteignait 632^{mm}, où il restait à peu près stationnaire jusqu'au 18 janvier avec continuation de ciel clair et de vent du nord.

» Si l'on examine comparativement les graphiques des baromètres enregistreurs de l'Aigoual et de Montpellier, on constate d'abord l'atténuation considérable des brusques oscillations dans la station de plaine, mais de plus on est surpris du peu de

ressemblance des tracés dans le détail des courbes. Il semblerait cependant que la dépression de $3^h 30^m$ du matin à l'Aigoual se soit traduite à Montpellier dans des conditions analogues à 6^h du matin seulement; cette dépression aurait ainsi mis deux heures et demie pour franchir une distance de 65^{km} seulement.

» Une pareille lenteur de translation concorde bien avec le caractère cyclonique du phénomène.

» En présentant à l'Académie ces quelques résultats, fruits du premier mois d'observations régulières, nous n'avons d'autre but que de signaler l'achèvement du plus vaste observatoire de montagne de France, et la part qu'a prise à cette œuvre l'Administration des Forêts.

» La reconnaissance nous faisait un devoir de montrer à l'Académie ce que la modeste installation, rêvée en 1883 par le général Perrier, est devenue aujourd'hui entre les mains du Service forestier. »

M. **Léo Vignon** adresse une Note relative à l'action chimique produite par les radiations qu'émettent certaines sources d'énergie obscures.

M. **Guillery de Meeus** adresse une Note relative à la nécessité de mesures légales pour prévenir les inhumations et les autopsies précipitées.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Tome CXXI, séance du 21 octobre 1895.)

Page 578, rétablir ainsi l'article de M. *D.-A. Casalonga :*

« Analyse graphique des mouvements de la Terre et de la Lune autour de leur centre de gravité commun. »

(Séance du 17 février 1896.)

Note de M. *Swyngedauw,* Sur l'abaissement des potentiels explosifs statiques et dynamiques par les radiations X :

Page 376, 8e ligne, *au lieu de* boucles de fer et boucles de laiton *lisez* boules.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la divergence des séries trigonométriques.* Note de M. **H. Poincaré.**

« J'ai eu l'occasion de parler de cette question à propos d'un travail de M. Hill inséré dans le *Bulletin of the American Mathematical Society*. M. Hill ayant publié, dans le même Recueil, un nouvel article sur le même sujet, je me vois forcé d'y revenir, car le malentendu me semble s'être aggravé, et je crois nécessaire de donner quelques explications complémentaires.

» Il s'agit des preuves que j'ai données de la divergence des séries de M. Lindstedt :

» Another method, dit M. Hill (p. 134), is derived from the principle that two caracteristic exponents vanish for every uniform integral that exists; but the integrals derivable from the series of Delaunay, Newcomb and Lindstedt are valid only for a limited range in the values of the linear variables. For instance, in the problem of

the three brodies, if the deformation of the triangle formed by these bodies is such that we cannot find any two sides, one of which sustains to the other an invariable relation of greater or less, we cannot apply the mentioned series (Tel serait, par exemple, le cas d'une comète troublée par Jupiter, si la distance aphélie est supérieure à celle de Jupiter et la distance périhélie inférieure à celle de la planète).

» Ainsi, dans la pensée de M. Hill, les séries convergeraient pourvu que les variables satisfassent à certaines inégalités, et mon argumentation prouverait seulement qu'elles ne peuvent pas converger pour toutes les valeurs des variables sans aucune exception. Il est aisé de voir, au contraire, que l'argument conserve sa valeur et permet d'établir que ces séries ne peuvent pas converger dans toute l'étendue d'un domaine quelconque, pourvu qu'il y ait, dans ce domaine, une solution périodique ; or, il y a des solutions périodiques dans tous les domaines, si petits qu'ils soient (au moins pour les valeurs très petites des masses et des excentricités). Si donc les séries convergent, ce ne peut être que pour certaines valeurs *discrètes* des variables et non pour toutes les valeurs comprises entre certaines limites, quelque resserrées que soient ces limites.

» In the third place, continue M. Hill, an appeal is made to the alleged non existence of analytic and uniform integrals beyond those already known. » (M. Hill expose ensuite que deux hypothèses sont possibles) « Now in case we are obliged to accept the first conclusion, were it only but once, M. Poincaré has demonstrated the non-existence of integrals ; but, granting that it is proper in every case to accept the latter conclusion, the demonstration fails. Now he declines to consider the latter alternative, saying that he does not believe that any problem of Dynamics, presenting itself naturally, occurs where the right members of the mentioned equations would all vanish.

» J'ai dit, en effet (*Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I, p. 245) :

» Ces considérations ne présentent pas, d'ailleurs, d'intérêt pratique et je ne les ai présentées ici que pour être complet et rigoureux. On peut évidemment construire artificiellement des problèmes où ces diverses circonstances se rencontreront ; mais, dans les problèmes de Dynamique qui se posent naturellement, il arrivera toujours, ou bien que toutes les classes seront singulières, ou bien qu'elles seront toutes ordinaires, à l'exception d'un nombre fini d'entre elles.

» La question demeure donc réservée en ce qui concerne un problème de Dynamique quelconque, mais, en ce qui concerne le problème des trois corps en particulier, j'ai démontré, dans le Chap. VI, n^{os} 102 et 103, que toutes les classes sont ordinaires.

» La seconde alternative se trouve donc écartée.

» Enfin, M. Hill ajoute encore ce qui suit :

» M. Poincaré appeals in another place to the fact that the Lindstedt series, if convergent, would establish the non existence of asymptotic solutions. But this observation is irrelevant for the reason that the domains of the two things are quite distinct. In any case where Lindstedt series are applicable, there are no asymptotic solutions, and, where there are asymptotic solutions, Lindstedt's series would be illusory.

» M. Hill paraît croire qu'il ne peut y avoir de solutions asymptotiques que si les variables satisfont à certaines inégalités ; et, en effet, il avait dit quelques pages plus haut :

» In all the cases presented by astronomy, where, on account of the near approach to circular motion, a periodic solution can be taken as a first approximation, it appears that the squares of the characteristic exponents are real and negative. Thus, there is no call here to consider this sort of solution (les solutions asymptotiques).

» Il y a là une erreur manifeste; car, en se bornant, pour simplifier, au problème dit *restreint* (inclinaison nulle, masse de la planète troublée nulle, excentricité de la planète troublante nulle), on voit que dans tout domaine, si petit qu'il soit, il y a des solutions asymptotiques, au moins pour des valeurs suffisamment petites des masses perturbatrices.

» Si M. Hill a cru le contraire, c'est qu'il n'a envisagé que les solutions périodiques de la première sorte; mais l'application de la méthode de Delaunay suffirait pour mettre en évidence l'existence des solutions asymptotiques. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés nouvelles des radiations invisibles émises par divers corps phosphorescents*. Note de M. **Henri Becquerel**.

1° Action sur les corps électrisés.

« Dans la dernière séance, j'ai communiqué à l'Académie les observations que j'avais été conduit à faire avec divers sels d'uranium et en particulier avec le sulfate double d'uranyle et de potassium; j'ai montré que ce corps émettait des radiations traversant divers corps opaques pour la lumière, tels que le papier noir, l'aluminium et le cuivre, et que cette émission se produisait, soit sous l'influence de rayons excitant la phosphorescence, soit à l'obscurité, très longtemps après que la substance a cessé d'être excitée par la lumière. Je rappelle également que ces corps

n'émettent plus de radiations lumineuses perceptibles, $\frac{1}{100}$ de seconde environ après le moment où ils ont cessé d'être excités par la lumière.

» J'ai observé récemment que les radiations invisibles émises dans ces conditions ont la propriété de décharger les corps électrisés soumis à leur rayonnement.

» L'expérience se fait très simplement en substituant une lamelle de sulfate double uranico-potassique au tube de Crookes employé dans l'expérience de MM. Benoist et Hurmuzescu.

» On sait que l'électroscope de M. Hurmuzescu, protégé contre les influences électriques extérieures par une enveloppe métallique, et contre les radiations ultraviolettes par des verres jaunes, reste chargé pendant de longs mois. Si l'on remplace un des verres jaunes de la lanterne par une lame d'aluminium de $0^{mm},12$ d'épaisseur, et que l'on applique contre cette feuille à l'extérieur une lamelle de la substance phosphorescente, on voit les feuilles d'or de l'électroscope se rapprocher peu à peu, indiquant une décharge lente de l'appareil. En mesurant à des instants suffisamment rapprochés l'écartement des feuilles d'or, on a pu dresser des courbes des déviations en fonction du temps, et déterminer, soit la vitesse de déperdition de l'électricité à chaque instant, soit la durée de la décharge de l'appareil chargé chaque fois au même potentiel initial.

» Sans donner ici tous les nombres obtenus, j'indiquerai seulement que, dans les conditions qui viennent d'être décrites, une charge qui faisait diverger les feuilles d'or de 18^{o} environ a été dissipée en deux heures cinquante-six minutes.

» On a des résultats plus rapides en plaçant les substances rayonnantes directement au-dessous des feuilles d'or, dans l'intérieur de la lanterne. Une lamelle de sulfate double uranico-potassique a été ainsi disposée au-dessous des feuilles d'or ; cette lamelle mesurait 45^{mm} de long sur 25^{mm} de large, et était maintenue à l'abri de la lumière depuis cinq jours.

» Les distances ont varié entre 1^{cm} et 3^{cm} environ. Les feuilles d'or divergeant de 12^{o}, la durée de la décharge a été comprise entre vingt et une et vingt-cinq minutes pour une charge négative, et a été de vingt-trois minutes pour une charge positive produisant la même divergence des feuilles d'or. Cette même charge eût été dissipée en une heure quarante-huit minutes par la même lame placée à l'extérieur derrière la feuille d'aluminium.

» Lorsque les corps étaient disposés au-dessous des feuilles d'or, on a interposé une plaque d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur; la décharge a été alors

beaucoup plus lente, et, à partir du moment où les feuilles d'or divergeaient de 12° jusqu'au moment où elles ont cessé de diverger, il s'est écoulé une heure cinquante-deux minutes.

» Je me propose d'étudier de plus près les diverses particularités de ce phénomène.

2° *Réflexion et réfraction.*

» J'ai pu mettre en évidence la réflexion de ces radiations invisibles par les expériences suivantes :

» Une lamelle de sulfate uranico-potassique ayant été déposée sur la gélatine d'une plaque Lumière, j'avais recouvert une moitié de cette lamelle par un miroir d'acier dont la face polie était tournée vers la lamelle et la plaque photographique. La plaque développée au bout de cinquante-cinq heures a donné une image très forte; sur la partie non recouverte, les bords de la lamelle étaient assez nets, tandis que les bords de la partie recouverte avaient donné une silhouette beaucoup plus diffuse, comme si une seconde lame, image de la partie couverte, plus éloignée de la gélatine, avait superposé son action à la première.

» J'ai disposé alors l'expérience suivante : Dans un petit bloc d'étain, j'ai creusé un miroir hémisphérique dont le poli, bien qu'imparfait, donnait des images. J'ai assujetti, dans le plan focal, une lamelle cristalline dont l'extrémité, de forme triangulaire, occupait un secteur de la base de la calotte sphérique polie, et j'ai placé le tout sur une plaque Lumière, le miroir ayant sa concavité tournée vers la plaque, et la lamelle cristalline étant séparée de la plaque par une cale en papier.

» Au bout de quarante-six heures, j'ai développé la plaque, et la silhouette de la lamelle est apparue, la partie triangulaire étant entourée d'un cercle obscur dans lequel on reconnaît la trace d'un défaut du miroir qui, en ce point, n'avait pu recevoir de poli.

» Cette auréole, à contour assez net, est donc due à des radiations qui, après avoir été réfléchies sur le miroir, ont été renvoyées sur la plaque dans des directions à peu près parallèles.

» Les expériences que j'ai instituées en vue de mettre en évidence la réfraction de ces radiations au travers d'un prisme ont donné des indications de réfraction, mais ces indications sont trop faibles pour être présentées aujourd'hui. On verra, du reste, par les résultats que je vais décrire plus loin, que certaines images mettent nettement en évidence le fait de la réfraction et de la réflexion totale dans le verre.

3° *Actions produites par diverses substances et durée de l'émission à l'obscurité.*

» Dans une première série d'expériences, j'ai disposé sur une même plaque photographique divers composés de sesquioxyde d'uranium, des sulfates doubles d'uranyle et de potassium, de sodium, d'ammonium, formant des croûtes cristallines minces, puis un cristal de nitrate d'urane et un morceau de blende hexagonale très phosphorescente, préparée autrefois par M. Sainte-Claire Deville. La plaque photographique était enveloppée d'un papier noir, et les substances fixées chacune sur une lamelle de verre de $0^{mm},2$ d'épaisseur. Pour le nitrate, qui doit être soustrait à l'action de l'humidité de l'air, le cristal a été disposé sur une lamelle identique aux précédentes, puis coiffé d'une petite cloche de verre, formée d'un bout de tube, et qui a été scellée à la plaque de verre inférieure avec de la paraffine. Cette disposition a servi également pour enfermer, à l'abri de l'air, diverses autres substances dont je parlerai plus loin. Ces substances ont été déposées sur la plaque photographique le 3 mars à 4^h du soir; elles étaient depuis longtemps à la lumière diffuse et, depuis lors, elles ont été maintenues constamment à l'obscurité. La plaque, développée le 5 mars à $4^h 30^m$, au bout de quarante-huit heures, a montré des actions à peu près équivalentes pour les divers sels d'urane étudiés; la blende hexagonale n'a manifesté aucune action.

» Les mêmes substances, après avoir été retirées de la première plaque, ont été disposées le même jour, à $5^h 25^m$, dans le même ordre, sur une seconde plaque appartenant à la même douzaine que la première, enveloppée du même papier noir et dans les mêmes conditions. L'opération a été faite à la lumière d'une bougie éloignée, et à l'abri de la lumière du jour. La plaque, développée le 7 mars à $2^h 30^m$, c'est-à-dire après une nouvelle pose de quarante-cinq heures, a donné des résultats aussi nets et des images aussi intenses que les premières. Enfin, une troisième épreuve, semblable aux précédentes, mise en expérience le 7 mars à $3^h 30^m$ et développée le 9 à $9^h 5^m$ du matin, a donné, après quarante-deux heures et demie de pose, des résultats encore presque aussi intenses.

» Il est très remarquable de constater que, depuis le 3 mars, c'est-à-dire au bout de plus de cent soixante heures, l'intensité des radiations émises à l'obscurité n'a pas diminué d'une manière sensible. Peut-être faut-il rapprocher ce fait de la conservation indéfinie dans certains corps de l'énergie qu'ils ont absorbée et qu'ils émettent lorsqu'on les échauffe, fait sur lequel

j'ai déjà appelé l'attention dans un travail sur la phosphorescence par la chaleur ([1]).

» Dans les épreuves qui précèdent, les lamelles cristallines donnent des images nettes de leur silhouette parce que ces lamelles sont très minces. Au contraire, le cristal de nitrate d'urane a donné, autour de la silhouette de la base par laquelle il repose sur le verre mince, une plage légèrement obscure qui est limitée au contour du tube de verre. Cette plage est due à l'action des radiations émises obliquement par les faces verticales du cristal qui a plusieurs millimètres d'épaisseur; les radiations arrêtées par ce tube ont été réfractées et réfléchies totalement à l'intérieur, comme le sont les rayons lumineux à l'intérieur d'une veine liquide. L'action est la plus forte dans les régions qui sont au contact du cristal de nitrate d'urane.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai disposé, à l'extérieur, d'un châssis fermé par une plaque d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur et renfermant une plaque photographique, divers sulfures phosphorescents, du sulfure de calcium, au bismuth, lumineux bleu, du sulfure de calcium lumineux bleu verdâtre, et un autre échantillon lumineux orangé; puis du sulfure de strontium très lumineux, vert par phosphorescence, et de la blende hexagonale préparée par M. Ch. Henry.

» Ces corps pulvérulents ont été enfermés dans de petits tubes, formant cloche, fermés à la lampe à une extrémité et reposant, par leur partie ouverte, sur une mince lame de verre de $0^{mm},2$ sur laquelle ils étaient scellés avec de la paraffine. Ces plaques de verre ont été disposées côte à côte sur la plaque d'aluminium et le tout, après avoir été exposé à la lumière diffuse, a été enfermé à l'obscurité dans une boîte.

» La plaque photographique a été développée après quarante-trois heures de pose. La blende hexagonale n'a encore rien donné, non plus que le sulfure de calcium orangé, ni le sulfure de strontium, mais les deux sulfures de calcium lumineux bleu et bleu verdâtre ont donné des actions très énergiques, les plus intenses que j'aie encore obtenues dans ces expériences. Le fait relatif au sulfure de calcium bleu est d'accord avec l'observation de M. Niewenglowski au travers du papier noir.

» Les images que j'ai obtenues avec les deux sulfures de calcium au travers de l'aluminium méritent d'être signalées comme offrant des particularités très importantes. La quantité de poudre phosphorescente contenue dans les tubes formait une colonne dont la hauteur s'élevait de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 557; 1891.

plusieurs millimètres au-dessus de la base plane de la lame de verre, et de près d'un centimètre pour le sulfure bleu. Le rayonnement de la surface latérale a donné de larges taches noires, excessivement fortes, au milieu desquelles on pouvait distinguer en clair l'image de la section du tube de verre, et surtout les bords très nets des lamelles de verre. Ces bords, noirs à l'intérieur, puis entourés d'une ligne absolument blanche, montrent que les radiations obliques ont pénétré dans la lame de verre, y ont été réfractées et réfléchies totalement à la surface de séparation du verre et de l'air. Les deux tubes de sulfure de calcium ont présenté, à des degrés différents, les mêmes apparences, et même les radiations ont été atteindre le tube voisin contenant du sulfure de strontium et ont fait apparaître, avec les mêmes caractères, une partie de ce tube et la lamelle qui le supportait. Si le phénomène de réfraction et de réflexion n'eût pas été mis en évidence par d'autres expériences, il eût été rendu manifeste par cette seule épreuve.

» Cette épreuve montre, en outre, que la paraffine a été traversée presque sans absorption par les radiations actives, qui ont ensuite traversé l'aluminium.

» Enfin j'ai cherché si l'air n'absorbait pas d'une manière très notable ces radiations sous une petite épaisseur. Des lamelles de sulfate double d'uranyle et de potassium ont été disposées sur une plaque Lumière à des distances de la gélatine de $0^{mm},0$, $0^{mm},2$, 1^{mm} et 3^{mm}. Puis on a disposé une seconde plaque, toute semblable. L'une a été laissée en expérience dans l'air, à l'obscurité, et l'autre, également enfermée dans une boîte, a été maintenue pendant le même temps sous la cloche d'une machine pneumatique où l'air était raréfié à quelques centimètres de pression. Les deux plaques ont ensuite été développées au bout de vingt-trois heures de pose; il n'y a pas eu de différence bien sensible entre les épreuves dans l'air ou sous la machine pneumatique; les lamelles n'ont pas donné d'effets très différents depuis le contact jusqu'à 1^{mm} de distance; mais la silhouette de la lamelle, distante de 3^{mm} de la gélatine, a été beaucoup plus faible que les autres dans les deux épreuves. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi de la blende hexagonale artificielle pour remplacer les ampoules de Crookes*. Note de M. **Troost**.

« La blende artificielle, que nous avons obtenue Henri Sainte-Claire-Deville et moi en 1861, sous la forme de prismes hexagonaux transparents, incolores ou légèrement jaunâtres, est susceptible, comme on le sait, d'ac-

quérir une très belle phosphorescence sous l'influence de la lumière solaire ou de la flamme du magnésium.

» J'ai pensé que des échantillons de ces cristaux, inaltérables à l'air et à la lumière, faciles à préparer par les procédés que nous avons indiqués (¹) dans les *Comptes rendus* (t. LII, p. 983) et dans les *Annales de Chimie et de Physique* (4ᵉ série, t. V, p. 120), pourraient remplacer les ampoules de Crookes pour un grand nombre des expériences que l'on exécute actuellement sur les rayons X.

» Pour m'en assurer, j'ai mis une plaque au gélatino-bromure d'argent dans une des boîtes en carton opaque que MM. Lumière emploient pour conserver leurs plaques sensibilisées; puis, sur cette plaque recouverte de papier, j'ai placé des objets métalliques ajourés, une chaîne de montre, etc.; et la boîte a été fermée avec son couvercle opaque.

» Dans ces conditions, la plaque photographique étant mise à l'abri de l'action de la lumière ordinaire, l'échantillon des cristaux de blende hexagonale était fixé à l'aide de tampons de ouate dans une boîte métallique fermée par une lame de verre que l'on appliquait sur la boîte en carton contenant la plaque photographique et les objets métalliques.

» Le Soleil ne s'étant pas montré pendant les expériences, la blende hexagonale a été rendue phosphorescente par la combustion d'un ruban de magnésium, et le tout a été conservé dans l'obscurité. La plaque, développée ensuite par les procédés ordinaires, a donné un très beau négatif avec lequel on a pu obtenir le positif très vigoureux que je place sous les yeux de l'Académie.

» Ces résultats, qui confirment l'hypothèse de notre confrère M. H. Poincaré et les expériences faites dans ces derniers temps par divers savants et notamment par notre confrère M. H. Becquerel, par M. Niewenglowski et par M. Charles Henry, donnent le moyen de remplacer au besoin par un appareil simple, facile à manier et d'une durée illimitée, les ampoules de Crookes, qui exigent l'emploi de courants électriques et d'une bobine Ruhmkorff. Ces ampoules se brisent d'ailleurs facilement, ou sont mises hors d'usage par un courant un peu prolongé ou un peu trop intense.

» Elles exigent, en outre, l'immobilité complète de l'appareil électrique et de l'objet à photographier, pendant tout le temps de la pose; ce qui en

(¹) M. Sidot (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 999; 1866) a préparé de beaux échantillons de blende hexagonale phosphorescente qui figurent dans les collections de plusieurs laboratoires de Chimie ou de Minéralogie.

limite les applications, en particulier pour le diagnostic chirurgical sur les êtres vivants.

» La boîte métallique contenant la blende hexagonale artificielle peut au contraire être fixée, ainsi que la plaque au gélatino-bromure d'argent, par un bandage convenable sur la main à photographier, par exemple, sans gêner le déplacement de l'ensemble du corps. »

CHIMIE. — *Sur quelques conditions qui règlent les combinaisons gazeuses. — Union de l'oxygène à l'hydrogène aux basses températures.* Note de MM. **Armand Gautier** et **H. Hélier**.

« Les lois chimiques qui régissent les combinaisons des corps sont mieux connues que les conditions qui déterminent ces combinaisons ou qui les limitent. L'étude de l'union des gaz à l'état parfait permet cependant d'aborder ce problème délicat, parce que, chez les gaz, l'homogénéité de toutes les parties et celle de leurs mélanges, leur constitution unimoléculaire, la possibilité d'entretenir leur température et leur pression constante dans tous les points, l'absence presque complète des travaux intérieurs dus à la cohésion, la mesure possible des travaux extérieurs positifs ou négatifs, etc., permettent de tenir compte d'un certain nombre de conditions définies dont la mesure est presque inabordable lorsqu'il s'agit des composés solides ou même liquides.

» En particulier, l'état gazeux se prête seul à la mesure de l'influence qu'exercent sur les actions mutuelles des corps trois conditions importantes : la pression, la température et le temps. Les combinaisons nous semblent le plus souvent instantanées, parce que la chaleur qui naît de l'action chimique elle-même élève rapidement et de plus en plus la température des autres parties du mélange et, dans un temps très court, arrive à déterminer ainsi la combinaison totale, tout au moins en dehors des phénomènes de dissociation. Au contraire, grâce à leur faible masse, les gaz peuvent être maintenus à une température sensiblement constante, même au moment où ils se combinent, ce qui permet, comme on va le voir, de suivre la loi du phénomène en fonction du temps.

» C'est en vertu de ces considérations que l'un de nous avait, il y a déjà longtemps (1869), tenté une étude préliminaire des conditions qui président aux combinaisons gazeuses. Ces essais, très sommairement annoncés

au *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XIII, p. 1, montrèrent que des mélanges d'hydrogène et d'oxygène, d'oxyde de carbone et d'oxygène, de gaz des marais et d'oxygène, de sulfure de carbone et d'oxygène, de chlore et d'hydrogène, etc., portés à une température de 350° à 500°, s'unissent lentement et sans explosion. Ces gaz étaient chauffés dans un tube de 1^m de hauteur environ, recourbé et fermé au bout supérieur, la partie inférieure plongeant dans le mercure. La branche recourbée était portée de 350° à 500°, suivant les cas, et l'on voyait le mercure monter lentement dans le tube et s'arrêter finalement à une certaine hauteur. Les quantités de composés formées étaient appréciées après refroidissement.

» Le principe de cette méthode a été adopté dans leurs recherches sur le même sujet par M. Van t'Hoff, M. V. Meyer et d'autres. Mais, fondée sur la mesure des quantités initiales invariables des mélanges gazeux et des combinaisons qui en résultent, cette méthode manque de sensibilité et même de précision. Il est difficile, en effet, de mesurer ainsi, surtout en fonction du temps, les produits qui se forment, en particulier, aux basses températures; au début du phénomène, les quantités de gaz combinées sont très petites, grâce au volume restreint du mélange gazeux de faible masse mis en expérience, et les variations très faibles de ces quantités déjà minimes elles-mêmes sont inappréciables.

» Nous avons donc renoncé à cette méthode statique pour nous adresser à la méthode dynamique ou continue dont nous allons parler (1). Elle est fondée sur ce principe que, quelles que soient les petites quantités de gaz qui s'unissent dans des conditions déterminées, en particulier au moment où l'on atteint la température minimum de combinaison, ces quantités, insensibles si l'on opère sur une masse limitée, deviennent aussi grandes que l'on voudra si la masse gazeuse se renouvelle tout en restant dans des conditions invariables.

» A cet effet, le mélange dont il s'agit d'étudier la combinaison circule dans un tube de porcelaine spécial (2), rempli de fines baguettes de

---

(1) Quoique les préliminaires de ces recherches datent déjà de loin, l'appareil qui nous était nécessaire n'a été complété qu'en 1891, époque depuis laquelle nos expériences nouvelles ont été poursuivies sans discontinuité.

(2) Nous avons essayé des tubes de quartz, de porcelaine, de verres divers, etc. Seules, les deux premières substances nous ont donné satisfaction. La porcelaine employée sortait de la manufacture impériale de Berlin.

même substance; tube et baguettes sont vernissés sur toutes les surfaces ([1]). Cet appareil constitue donc une sorte de faisceau de conduits semi-capillaires. Ce dispositif a pour but de porter instantanément à la température intérieure du tube le mélange gazeux qui circule, et, grâce à la masse de l'appareil et à sa capacité calorifique relative énorme, d'empêcher la température des gaz de s'élever, même lorsque leur combinaison s'effectue ([2]). Après avoir circulé un temps connu dans le tube de chauffe, mélangés et brassés avec les produits mêmes de leur combinaison, les gaz passent à travers les appareils qui recueillent les corps formés. S'il s'agit de l'union de l'hydrogène à l'oxygène, les gaz, entrés parfaitement secs, sont reçus à leur sortie dans des tubes à ponce phosphorique, qui les dessèchent de nouveau complètement. On comprend que par cette méthode, et pourvu que le passage des gaz soit suffisamment continué, on puisse constater la production des moindres quantités d'eau.

» Les mélanges de gaz à combiner étaient au préalable mesurés, avec toutes les précautions classiques, par le volume qui s'en écoulait d'un gazomètre jaugé avec soin. Le rapport $\frac{m}{M}100$, où m représente le poids d'eau formée et M la masse du mélange soumis au chauffage, donne la proportion centésimale de la combinaison.

» Les températures de l'intérieur du tube de chauffe étaient déterminées grâce à un pyromètre Le Chatelier gradué avec soin. Il nous permettait d'apprécier une différence de 2°.

» Quant à l'évaluation qui était nécessaire, ainsi qu'on va le voir, des minimes quantités de gaz qui se combinent dans des temps successifs relativement très courts, nous l'avons obtenue de la façon suivante :

» Si v représente le volume libre de la chambre de combustion, et V le volume occupé, sous la pression atmosphérique du jour et à la température de la salle, par la masse M du mélange gazeux total calculé sec, enfin si T représente la durée du passage de la totalité du mélange dans le tube de

---

([1]) Ce tube est hermétiquement fermé aux deux bouts par des ajutages en platine munis de tubes manométriques. Il est chauffé, sur les deux tiers de sa longueur environ, dans un fourneau à température constante, ou presque constante, que nous décrirons plus tard.

([2]) Ce n'est que vers 820° à 830° lorsque la combinaison se fait sur la presque totalité du gaz tonnant, que l'introduction rapide de ce gaz élève la température du pyromètre de 3° à 4°.

chauffe, le temps de chauffe t est donné avec une approximation suffisante par la relation

$$\frac{v}{V} = \frac{t}{T}, \qquad \text{d'où} \qquad t = \frac{v}{V} T.$$

» Il suit de là que si l'on rend la masse du gaz, et par conséquent V très grand par rapport au temps T, le temps de chauffe t sera très court, puisque v reste constant; on pourra donc apprécier aussi exactement qu'on le voudra ces temps t durant lesquels chaque particule de gaz circule dans le tube de chauffe. Comme, d'autre part, on peut peser avec précision les moindres quantités d'eau qui se forment, pourvu que la masse qui passe soit suffisante, on conçoit que l'on puisse mesurer successivement et très exactement les traces d'eau formées dans des temps de chauffe qui diffèrent entre eux même d'une fraction de seconde.

» C'est par cette méthode que nous avons abordé la question très délicate de savoir si les combinaisons gazeuses sont limitées pour chaque température. Sans nous étendre ici sur l'importance de cette considération et sur les raisons théoriques qui peuvent faire admettre que, même en dehors de tout phénomène apparent de dissociation, les combinaisons des corps sont enrayées par la présence même des produits qui se forment, nous nous bornons à donner ici les résultats que nous avons obtenus.

» Nous nous sommes d'abord assurés, grâce à la sensibilité extrême de notre instrument, que la combinaison de l'hydrogène à l'oxygène, mélangés en proportions normales ($H = 2$ vol.; $O = 1$ vol.), *est déjà sensible à* 180° et qu'elle commence à être mesurable vers 200°. Nous avons pu poursuivre ces déterminations et ces mesures jusqu'à la température de 840°. Ce n'est qu'à 840°, en effet, que nous avons eu des explosions. Cette température, supérieure de 300° à la température d'explosion du gaz tonnant donnée par MM. Mallard et Le Chatelier, montre combien notre dispositif expérimental, en présentant aux gaz une surface considérable entretenue à température constante, s'oppose efficacement aux échauffements résultant de la combinaison même, et permet de déterminer les vraies proportions d'hydrogène et d'oxygène qui s'unissent aux diverses températures ainsi maintenues fixes.

» Vers 300°-310° les quantités de gaz tonnant qui se combinent sont de 3,8 pour 100 environ. Le phénomène se présente donc dans des conditions de mesure très pratiques, conditions que nous avons choisies pour étudier le problème fondamental de l'existence d'une limite à la combi-

naison. Voici, pour la température de 300°-310°, ce que nous avons observé :

Températures de l'expérience.	Masse de gaz tonnant passée dans l'appareil.	Masse d'eau formée.	Proportion d'eau formée pour 1000 du mélange.	Temps de chauffe en secondes.
304°	10,4262 gr	0,0153 gr	1,4	1,9″
288	7,8216	0,0143	1,8	2,9
302	22,0365	0,0999	4,04	3,77
310	2,9445	0,0319	10,8	11,4
310	2,1365	0,0239	11,2	12,7
310	2,4989	0,0957	38,0	17,2
310	1,6264	0,0587	36,0	30,0
312	1,8322	0,0718	39,2	40,3
305	0,8473	0,0330	38,9	89,5
298	0,6731	0,0249	37,0	187,4

» Le phénomène continu est représenté d'une façon très frappante par les deux courbes n° 3 et n° 4 (p. 571), dressées en prenant comme ordonnées les quantités qui se combinent pour 1000 de mélange, et comme abscisses les temps exprimés en secondes. La courbe 4 est la reproduction de la courbe 3, dans laquelle les abscisses ont été multipliées par 10 pour rendre plus sensibles les phénomènes du début de la combinaison.

» A l'inspection de ces nombres et de ces courbes, on voit que, pour le mélange gazeux normal $H^2 + O$ porté à 300° environ, les quantités centésimales de gaz qui s'unissent par seconde sont à peu près proportionnelles aux temps jusqu'à la treizième seconde de chauffe. A partir de la treizième et jusqu'à la dix-septième, la combinaison croît brusquement et atteint un maximum de 38 millièmes, qui ne paraît plus augmenter, quel que soit le temps de chauffe. Il semble donc que, dans ces conditions de température et de milieu, conditions où la dissociation classique de la vapeur d'eau ne peut être invoquée [1], une *limite de combinaison* soit atteinte, ou que du moins la présence du produit de la combinaison réfrène dans une mesure très considérable la vitesse de la réaction. Nous avons des raisons de croire que la même règle doit être appliquée aux autres températures et à d'autres gaz.

---

[1] D'après H. Sainte-Claire-Deville, la dissociation de l'eau est encore insensible à 1000°.

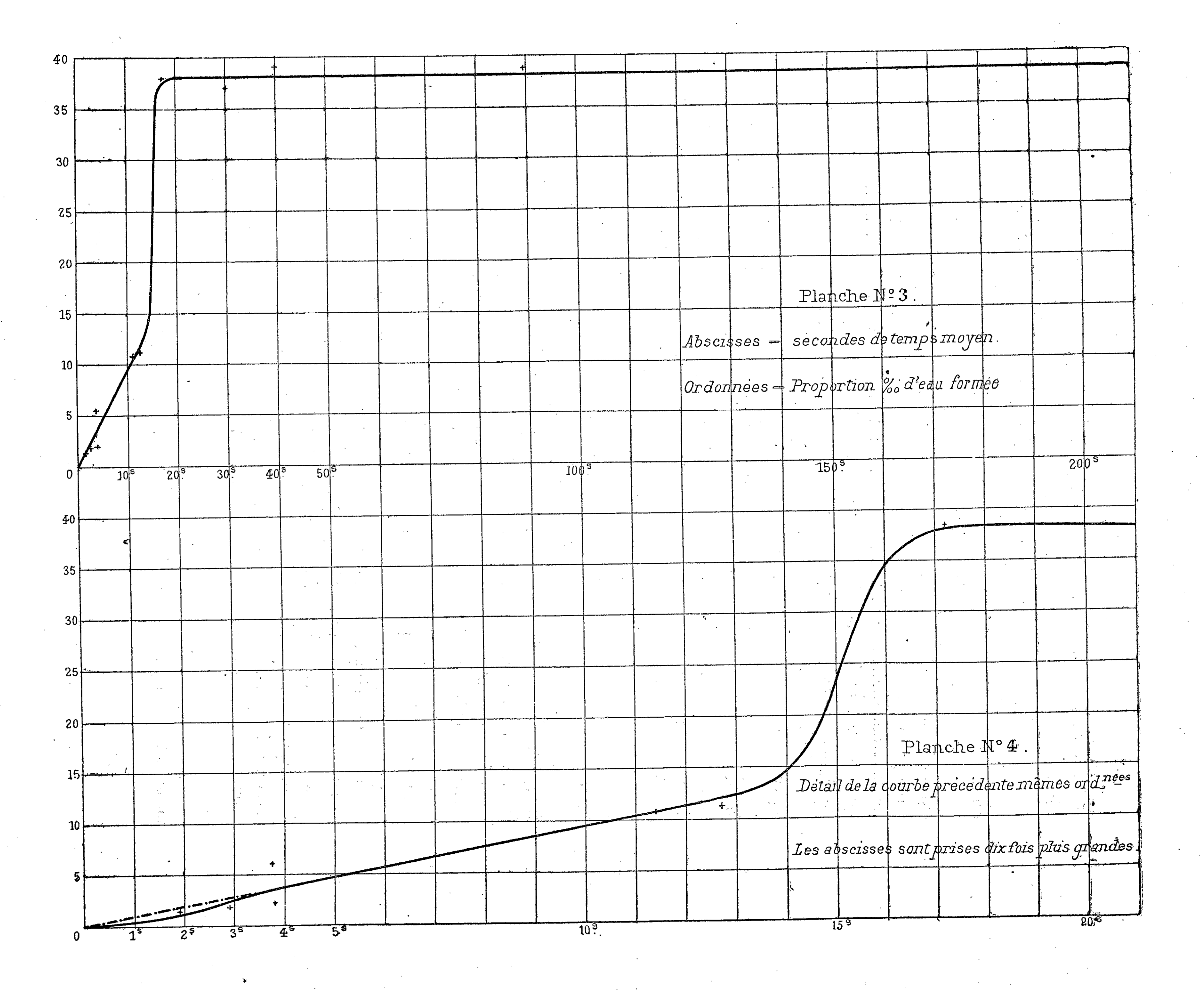


Planche N° 3.
Abscisses — secondes de temps moyen.
Ordonnées — Proportion ‰ d'eau formée
40
35
30
25
20
15
10
5
0
10s
20s
30s
40s
50s
100s
150s
200s
Planche N° 4.
Détail de la courbe précédente mêmes ordonnées
Les abscisses sont prises dix fois plus grandes
1s
2s
3s
4s
5s
10s
15s
20s

» Ce résultat est trop important pour que nous n'ayons pas essayé de le vérifier par une autre méthode : celle précisément que M. Van t'Hoff, M. Victor Meyer et nous-mêmes avions déjà employée à un autre point de vue, celui de la mesure des quantités qui se combinent à chaque température.

» Dans des ampoules de verre, de cristal, etc., de 250^{cc} environ de capacité, préalablement desséchées [1], terminées par une tubulure semi-capillaire et placées dans la glace fondante, on introduisait le mélange tonnant complètement sec et, après avoir fermé l'ampoule à la lampe avec des précautions spéciales, on la portait dans une enceinte à température *à peu près constante* où elle était chauffée durant plusieurs heures. L'appareil était ensuite replacé dans la glace fondante, lié par sa tubulure à un réservoir à mercure à niveau constant et, la pointe cassée, on laissait entrer le mercure sans pression. Il remplaçait le volume de gaz transformé en eau et permettait, par le poids du métal, de mesurer exactement, en tenant compte de la variation des pressions barométriques, les proportions de gaz combinées.

» Dans ces nouvelles expériences, faites à 420°-430°, on a trouvé des quantités de gaz combinées très variables et sans relations apparentes avec les temps de chauffe. On a constaté que, dans le verre, la combinaison finissait par être totale; que, dans le cristal, elle paraissait être limitée. Mais on doit observer que, dans le verre, l'eau formée est toujours alcaline, même après lavage et chauffage des ampoules avec le gaz chlorhydrique, sec ou non, à 400°. Cette alcalinité indique une combinaison de la matière du tube avec l'eau qui se forme, combinaison qui paraît s'opposer à la limitation. Quand on chauffe plusieurs fois des quantités successives de mélange tonnant gazeux dans une même ampoule, les combinaisons se font de plus en plus faiblement, comme l'avait déjà indiqué M. Van t'Hoff.

» Dans le cristal, une limite paraît pouvoir être atteinte; mais on constate que le mélange d'hydrogène et d'oxygène réduit le silicate plombique et qu'il se fait, à la surface interne, une légère couche de plomb métallique. Après soixante-dix-huit heures de chauffe, on a trouvé, dans le résidu gazeux primitivement en proportions normales, $H = 59^{cc},4$ et $O = 40^{cc},6$ pour 100. Ce gaz s'était donc appauvri en hydrogène substitué au plomb;

---

(1) On sait que la dessiccation du verre est presque impossible. Nous séchions nos ampoules à 120° en y faisant plusieurs fois le vide et laissant rentrer les gaz secs.

mais il contenait encore, après soixante-dix-huit heures, un tiers environ de mélange explosif non combiné.

» Dans des tubes de verre argentés intérieurement, il se fait une combinaison totale. Ici encore, il y a une réaction secondaire; l'argent s'unit au verre vers 450° à 480° et disparaît en formant un silicate triple.

» Ces variations dans les combinaisons gazeuses observées dans le verre sont donc corrélatives d'actions chimiques secondaires lentement produites grâce à l'enveloppe qui agit sur les gaz et sur l'eau qui se forme.

» Dans une prochaine Note, nous ferons connaître l'influence des températures et des proportions des composants sur les combinaisons. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les carbures d'yttrium et de thorium.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Étard**.

« *Préparation de l'yttria.* — Un certain nombre de minéraux tels que la gadolinite, l'euxénite, la monazite, contiennent les terres rares du groupe de l'yttria. La méthode habituelle de traitement de ces terres rares consiste à attaquer le minéral pulvérisé par l'acide sulfurique, et à précipiter les oxydes par l'acide oxalique. Les oxalates sont lavés, puis grillés à 400° et attaqués cette fois par l'acide sulfurique étendu. La solution limpide est saturée de sulfate de potassium en cristaux. On sait que les sulfates doubles du groupe du cérium (lanthane, didyme) sont insolubles dans une solution de sulfate de potassium, tandis que les sulfates doubles du groupe de l'yttria, tels que l'erbium, l'holmium, etc., restent dans le liquide.

» Quand ces solutions sulfatées ne présentent plus les bandes caractéristiques du néodyme et du praséodyme (ancien didyme), on peut être assuré que le cérium et le lanthane sont entièrement précipités. Les eaux-mères sont alors reprises par l'acide oxalique, et l'on obtient, sous forme d'oxalates, la totalité des terres rares du groupe de l'yttria contenant l'erbium, l'holmium, le thulium, etc.

» Il s'agit de séparer l'yttria des autres oxydes et sur ce point nous proposons la méthode suivante : Ce mélange complexe des terres de l'yttria est neutralisé par l'acide sulfurique; puis, on le précipite par du chromate neutre de potassium en fractionnant le précipité. Comme nous avons eu soin de n'ajouter qu'une petite quantité de chromate alcalin, environ le dixième de la quantité nécessaire, il se produit tout d'abord un chromate basique des terres rares, dans lequel prédominent l'erbium, l'holmium, le

thulium et autres corps simples. Comme le précipité est basique, la solution devient riche en chromate acide, et prend une couleur d'un beau rouge. Le précipité, qui s'est produit dans ces conditions, ne tarde pas à cristalliser. On le sépare, on le lave avec facilité, et on le réduit en milieu acide par l'alcool, pour obtenir d'abord l'oxalate et enfin, par calcination, l'oxyde.

» Les eaux-mères de couleur rouge sont traitées par un nouveau dixième de chromate de potassium et additionnées en même temps d'une quantité d'ammoniaque suffisante pour ramener la neutralité, ce que l'on reconnaît à la coloration jaune de la liqueur. Un nouveau dépôt d'abord floconneux, mais bientôt cristallin, se produit. En continuant méthodiquement cette opération, la dixième précipitation est le plus souvent du chromate basique d'yttria. La terre rare séparée ne fournit plus de bandes d'absorption, et son poids atomique est de 89.

» S'il en est besoin, on peut reprendre ces fractions en série par la même méthode, et, avec de la patience, on obtient aisément des centaines de grammes d'yttria, exempte des bandes d'absorption du néodyme, du praséodyme, de l'erbium, de l'holmium, du thulium et du samarium.

» Ce procédé, plus rapide que ceux qui ont été indiqués jusqu'ici, nous a fourni l'yttria employée dans ces recherches.

» *Préparation du carbure.* — L'yttria en poudre très fine est mélangée intimement avec du charbon de sucre, puis additionnée d'une petite quantité d'essence de térébenthine, de façon à former une pâte épaisse. Le tout est fortement comprimé, puis les fragments sont calcinés au four Perrot.

» Ce mélange est chauffé au four électrique dans un cylindre de charbon, fermé à l'une de ses extrémités. La réduction de l'yttria par le charbon se produit à une température plus élevée que celle de l'oxyde de cérium. Avec 900 ampères et 50 volts, il est nécessaire de chauffer cinq à six minutes. Pendant la réduction, il se dégage des vapeurs métalliques abondantes, qui brûlent à l'orifice du tube avec une flamme blanche teintée de pourpre. L'yttrium et le cérium fournissent des vapeurs métalliques dans les mêmes conditions à peu près que les métaux alcalino-terreux.

» *Propriétés.* — Le carbure d'yttrium C^2y se présente en lingots bien fondus, friables et présentant une cassure très nette. Au microscope, on y distingue nettement des cristaux jaunes, transparents, mélangés de graphite.

» La densité du carbure d'yttrium, prise dans la benzine à $+18°$, est de 4,13.

» Avant nous, M. Petterson, qui a préparé ce nouveau composé en petite quantité au four électrique, a indiqué comme densité 4,18.

» M. Petterson s'étant attaché surtout à déterminer la composition de ces carbures, nous indiquerons quelques propriétés nouvelles du carbure d'yttrium.

» Le fluor l'attaque à froid. Il brûle dans le chlore au-dessous du rouge sombre, en produisant une vive incandescence. La réaction est identique dans la vapeur de brome. Le carbure d'yttrium brûle de même avec la plus grande facilité dans la vapeur d'iode, en produisant un iodure stable.

» Il brûle dans l'oxygène, dans la vapeur de soufre et dans celle du sélénium.

» Les acides concentrés l'attaquent difficilement. L'acide sulfurique, à froid, ne produit aucun dégagement gazeux, tandis qu'à chaud il donne de l'acide sulfureux.

» L'eau le décompose à froid, en donnant un oxyde hydraté blanc et un mélange de carbures d'hydrogène dans les proportions suivantes :

	I.	II.
Acétylène	71,7	71,8
Méthane	19,0	18,8
Éthylène	4,8	4,45
Hydrogène	4,5	4,95

» Les rapports des différents carbures sont donc assez voisins de ceux fournis par le carbure de cérium.

» L'acétylène y prédomine et l'hydrogène s'y rencontre en petite quantité.

» *Analyse.* — La méthode analytique employée dans ces recherches a été décrite précédemment à propos du carbure de cérium; elle nous a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	Théorie pour C^2Y.
Yttrium	78,5	78,72	78,76
Carbone	21,4	21,55	21,23

» *Préparation de l'oxyde de thorium.* — L'oxyde de thorium se retire de la thorite ou de sa variété la plus riche, l'orangite. Ces minéraux sont des silicates hydratés de thorium, renfermant du fer, de la chaux, les terres rares du groupe du cérium (lanthane, didyme) et celle du groupe de l'yttrium (erbium, etc.).

» Le minerai pulvérisé est traité par l'acide chlorhydrique bouillant. La

solution des chlorures métalliques est précipitée ensuite par l'acide oxalique; la thorine et les terres rares se déposent dans la solution acide. On les lave pour entraîner le fer, le calcium et le magnésium. Le mélange de ces oxalates est traité par une solution saturée d'oxalate d'ammoniaque qui possède la propriété bien connue de dissoudre l'oxalate de thorium sans toucher aux terres rares proprement dites. Le liquide filtré, puis traité par l'acide azotique, laisse déposer l'oxalate de thorium. On répète cette dissolution et cette précipitation jusqu'à ce que la terre soit absolument pure.

» Cet oxyde de thorium, mis en solution à 20 pour 100 d'oxyde, ne présente, au spectroscope, aucune bande d'absorption, sur une longueur de 20^{cm}. Il est absolument blanc; son poids atomique est de 232. Enfin, disposé sur une mèche incandescente, il ne fournit qu'une lumière blafarde, sans éclat et de couleur lilas. On sait aujourd'hui que c'est la réaction la plus sensible de la thorine pure.

» *Préparation du carbure*. — Nous rappellerons tout d'abord que M. Troost [1] a obtenu au four électrique une fonte de thorium dont la composition se rapproche de la formule C^2Th. Cette fonte avait la propriété de s'altérer au contact de l'air humide en foisonnant.

» Pour obtenir le carbure cristallisé, nous avons chauffé au four électrique un mélange de 72^{gr} de thorine et de 6^{gr} de charbon, aggloméré en petits cylindres, ainsi que nous l'avons indiqué pour l'yttria. Avec un courant de 900 ampères et 50 volts, la réduction s'accomplit en quatre minutes.

» *Propriétés*. — Le carbure de thorium pur C^2Th se présente sous forme d'une matière homogène, bien fondue, à cassure cristalline et se clivant avec facilité. Examiné au microscope, il est formé de petits cristaux jaunes, transparents, mélangés de quelques lamelles de graphite.

» La densité du carbure de thorium à $+18°$ est de 8,96.

» L'action des hydracides sur ce composé est semblable à celle qu'ils exercent sur le carbure d'yttrium.

» Légèrement chauffé, le carbure de thorium brûle dans l'oxygène avec un éclat éblouissant. Chauffé dans la vapeur de soufre, il fournit encore une très belle incandescence et laisse un sulfure de couleur foncée attaquable par l'acide chlorhydrique, ce qui différencie ce composé du sulfure signalé par Chydénius.

---

(1) Troost, *Sur la préparation du zirconium et du thorium* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1227).

» Dans la vapeur de sélénium, incandescence très vive au-dessous du rouge, et formation d'un séléniure attaquable par l'acide chlorhydrique étendu avec dégagement d'hydrogène sélénié.

» L'acide chlorhydrique gazeux attaque le carbure de thorium au rouge sombre avec incandescence et formation d'un chlorure paraissant peu volatil.

» Avec l'hydrogène sulfuré au rouge, la décomposition est lente et sans incandescence.

» Chauffé dans le gaz ammoniac au rouge sombre, le carbure de thorium dégage de l'hydrogène et le résidu, repris par la potasse fondue, produit des vapeurs ammoniacales. Il s'est donc produit un azoture de thorium.

» Les acides concentrés ont peu d'action sur ce composé, tandis que les acides étendus l'attaquent avec rapidité.

» La potasse, le chlorate et l'azotate de potassium en fusion décomposent ce carbure avec incandescence.

» Le carbure de thorium, projeté dans l'eau froide, se décompose avec facilité en fournissant un mélange gazeux qui nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	I.	II.
Acétylène	47,05	48,44
Méthane	31,06	27,69
Éthylène	5,88	5,64
Hydrogène	16,01	18,23

» Nous avons constaté, de plus, la formation d'hydrocarbures liquides et solides en petite quantité.

» *Analyse.* — Nous avons obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie pour C^2Th.
Thorium	89,70	89,53	90,62
Carbone	10,30	10,47	9,37

» En résumé, l'yttria, ainsi que M. Pettersson l'a indiqué, fournit un carbure de formule C^2Y. Ce carbure peut être obtenu en cristaux transparents, décomposables par l'eau froide, avec formation d'un mélange gazeux riche en acétylène, contenant du méthane, de l'éthylène et une petite quantité d'hydrogène. Le thorium donne, de même, un carbure cristallisé et transparent de formule C^2Th qui, en présence de l'eau, produit aussi des carbures gazeux renfermant moins d'acétylène et plus d'hydrogène libre. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Aberration et régression des lymphatiques en voie de développement.* Note de M. L. **Ranvier**.

« Dans une précédente Communication sur le développement des vaisseaux lymphatiques des mammifères, j'ai négligé avec intention tous les faits accessoires ou qui me paraissaient tels, afin de dégager la question et de la présenter dans sa plus grande simplicité. On y a vu que les troncs lymphatiques se développent par bourgeonnement. Les bourgeons de ces vaisseaux, constitués d'abord par un amas de cellules endothéliales embryonnaires, se canalisent ensuite et deviennent finalement autant de segments intervalvulaires. Les valvules des troncs lymphatiques s'établissent d'emblée et leur orientation invariable est la conséquence de leur mode de développement.

» Les capillaires lymphatiques se forment par des bourgeons analogues; seulement ces bourgeons sont creux dès l'origine et c'est de leur simple extension que semble résulter l'accroissement des capillaires et l'édification de leurs anastomoses.

» C'est un fait bien curieux que l'affinité des lymphatiques des uns pour les autres et leur aversion pour les vaisseaux sanguins quels qu'ils soient. Jamais, en effet, les lymphatiques ne communiquent avec les vaisseaux sanguins.

» La végétation des lymphatiques au moment de leur formation est extrêmement active. Elle dépasse souvent le but à atteindre. Il se produit même des lymphatiques dans des organes où l'on ne saurait en saisir la signification fonctionnelle, le grand épiploon par exemple. C'est là une aberration qui est suivie de régression. Voici les faits :

» Dans le grand épiploon du chat nouveau-né, fixé par l'acide picrique et coloré par l'hématoxyline et l'éosine, on observe sans difficulté un grand nombre de lymphatiques qui se terminent par des culs-de-sac. Ces lymphatiques suivent les travées vasculaires et cheminent à côté des artères et des veines. Quelques-uns d'entre eux s'avancent cependant dans les parties les plus minces et les plus transparentes de la membrane. Chez le chat adulte et même lorsque l'animal a atteint seulement l'âge de trois mois, le grand épiploon s'étant réticulé, on n'y trouve plus de lymphatiques. Ils paraissent avoir disparu par régression. On reconnaît déjà des traces de celle-ci chez le chat nouveau-né. En effet, les lymphatiques y re-

vêtent des formes qui ne cadrent pas du tout avec ce que nous savons aujourd'hui du développement de ces vaisseaux.

» Parmi ces formes, je signalerai d'abord des vésicules allongées, complètement closes, présentant parfois une extrémité effilée. Ces vésicules paraissent correspondre à des portions du système lymphatique, isolées par suite de l'atrophie de parties intermédiaires.

» La seconde forme sur laquelle je désire attirer l'attention est fort singulière : un cul-de-sac est rempli d'une lymphe transparente dans laquelle nagent quelques leucocytes, et cette lymphe y est maintenue, ou plutôt retenue, par une paire de valvules dont le jeu est renversé. Il m'est encore impossible d'expliquer cette aberration vraiment bien extraordinaire.

» Une troisième disposition des lymphatiques paraît être le résultat du tassement. Terminés aussi par des culs-de-sac, ils sont repliés et glomérulés à la manière des glandes sudoripares.

» M. J. Renaut a figuré, dans son *Traité d'Histologie pratique*, les lymphatiques du grand épiploon d'un jeune lapin, terminés par des culs-de-sac. Ces culs-de-sac ne correspondent pas à des lymphatiques en voie de développement, mais bien plutôt à des lymphatiques arrivés au terme de leur évolution ou en état de régression.

» Je conserve depuis près de vingt ans les préparations du grand épiploon du chat nouveau-né dont j'ai parlé tout d'abord. Il m'a été impossible de saisir la signification morphologique des lymphatiques qu'elle renferme, tant que je n'ai pas connu les chylifères des embryons de porc (voir ma Note précédente, *Comptes rendus*; 1895).

» Chez ces embryons, à côté des formes que j'ai décrites et que j'ai considérées comme normales, on en rencontre d'autres qui me semblent être des phénomènes d'aberration ou de régression.

» En premier lieu, j'ai trouvé dans le mésentère d'un embryon de 14^{cm} une vésicule lymphatique, à peu près sphérique et tapissée intérieurement de cellules endothéliales.

» Chez un embryon de 18^{cm}, j'ai observé une vésicule semblable, reliée par un pédicule canaliculé à un segment intervalvulaire complètement formé. Chez le même embryon, un lymphatique se termine à la partie moyenne du mésentère par un cul-de-sac arrondi et au delà dans sa direction se voit une vésicule lymphatique, complètement isolée et dont les cellules endothéliales sont en régression.

» Parmi les différents faits que j'ai pu observer, ceux que je viens de décrire sont les plus significatifs. Sans doute, il serait préférable de voir les

phénomènes se dérouler sous les yeux; mais les questions d'histogénèse qui comportent les preuves de ce genre sont encore extrêmement rares.

» En terminant, qu'il me soit permis de faire remarquer que les vésicules lymphatiques, qui ne sont autre chose que de petits kystes, pourraient bien devenir le point de départ de tumeurs kystiques plus volumineuses. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la nature et la pathogénie des malformations de la hanche* (*luxations congénitales des auteurs*). Note de M. **Lannelongue.**

« Les auteurs appellent *luxations congénitales de la hanche* toutes les malformations de cette région du corps. C'est là une erreur qu'il importe de dissiper dès l'abord. Beaucoup de déformations congénitales de la jointure de la hanche ne sont pas caractérisées par un déplacement temporaire ou permanent de la tête fémorale sur l'os du bassin et, par conséquent, il n'y a pas, il n'y aura jamais de luxation. Dans d'autres circonstances au contraire, l'anomalie congénitale consiste dans un rapport anormal de la tête fémorale avec le cotyle, il y a véritablement déplacement, c'est-à-dire luxation. Ce déplacement est congénital ou tardif suivant qu'il se montre à la naissance ou après la marche. Il est dans les deux cas le résultat d'une atrophie de la cavité cotyloïde et la diminution de volume de cette cavité peut aller jusqu'à sa disparition totale. Ainsi s'explique la luxation qui, en somme, n'est qu'un accident de la malformation.

» Ces considérations expliquent en partie du moins pourquoi l'histoire de ces malformations au point de vue pathogénique est environnée de la plus entière obscurité.

» C'est qu'en effet, dans la plupart des théories, on n'a envisagé que la luxation, fait saillant et apparent en clinique, et on a laissé dans l'ombre la malformation, qui est le fait primordial et essentiel en réalité. Cette malformation consiste, primitivement, dans une atrophie osseuse non seulement de la cavité cotyloïde dont le développement ne marche plus parallèlement à celui de la tête fémorale, mais aussi de la moitié de l'os iliaque du même côté. Les altérations osseuses initiales, et je ne parle que de celles-là (la luxation n'en étant elle-même qu'une conséquence immédiate ou plus tardive), comprennent donc autre chose que l'articulation, puisqu'elles la dépassent pour s'étendre à une partie de l'os iliaque. Mais ce n'est là qu'un premier point : il en est un autre qui a plus de portée encore.

» On avait signalé comme complication et sans y ajouter d'importance, l'atrophie musculaire des muscles pelvi-trochantériens. L'observation était exacte, mais très incomplète.

» L'atrophie musculaire n'atteint pas seulement les muscles précédents, elle frappe aussi les muscles de la cuisse, de la jambe, et l'on en juge très bien en comparant le volume de chaque mollet, les muscles de tout le membre inférieur, pour tout dire. Et cette atrophie n'est pas une complication, ni un accident, elle se voit dans tous les cas, elle constitue *une loi constante dans l'espèce*. On l'observe non seulement chez les sujets qui ont marché, mais avant la marche, et c'est même en ayant l'attention appelée sur elle chez des sujets n'ayant pas marché, que j'ai été amené souvent à explorer la hanche et à y découvrir une malformation que rien n'indiquait encore. Il va de soi que pour apprécier en clinique l'atrophie des muscles, il faut que la malformation soit unilatérale : sans cela le terme de comparaison échappe, puisque l'atrophie est bilatérale.

» J'ai eu l'occasion de faire l'examen histologique des muscles atrophiés chez un nouveau-né à terme, atteint de malformation unilatérale, et nous avons constaté avec M. Achard, que les fibrilles musculaires étaient intactes et que le tissu conjonctif interstitiel était lui aussi normal. Une seule chose était anormale, c'était le nombre des fibrilles musculaires; il y avait à la fois moins de fibres et moins de faisceaux musculaires. L'examen avec le côté sain était concluant et la diminution se faisait remarquer aussi bien sur les muscles du mollet que sur les muscles de la cuisse et de la fesse. En somme il n'y avait aucune dégénérescence des muscles plus ou moins comparable à celle de la paralysie infantile; le nombre des fibrilles était seul réduit. Une certaine quantité d'entre elles ne s'étaient pas formées, ce qui revient à dire qu'il y avait une atrophie vraie par défaut de formation et non par dégénérescence. Cette atrophie musculaire était du même ordre que l'atrophie du cotyle et de l'os iliaque.

» On ne trouva aucune altération du cartilage en Y, ni du cartilage permanent; le microscope révéla seulement une atrophie osseuse en rapport avec la diminution de capacité du cotyle. On peut lire tous les détails de ce fait dans ma Communication au Congrès de Bordeaux, août 1895.

» L'atrophie musculaire de tous les muscles du membre inférieur ne saurait dépendre en aucune manière chez les sujets qui n'ont pas marché, de l'atrophie de la jointure. Elle est comme elle une lésion initiale et plus ou moins contemporaine de l'atrophie osseuse, et toutes les deux, à mon sens doivent relever d'une cause commune. Je ne crois pas devoir donner

ici, comme je l'ai fait à Bordeaux, les raisons qui m'ont fait rejeter, après discussion, les théories admises et accepter l'hypothèse que cette cause ne devait pas être placée dans le membre inférieur ou dans les deux membres, lorsque la déformation est bilatérale, mais bien dans le système nerveux central. J'émis alors l'opinion que la moelle épinière principalement, l'encéphale aussi parfois devaient être le siège d'une altération qui à son tour amenait l'atrophie des membres. Je crus alors pouvoir dire que cette altération devait être minime, temporaire peut-être, mais suffisante en tout cas pour amener le résultat précédent. J'attribuai principalement à une hydropisie des méninges de l'encéphale ou de la moelle à des épanchements séreux de l'épendyme dus à l'irritation des cellules de ce canal, à des infiltrations médullaires ou à des altérations plus considérables des centres nerveux la cause du trouble de développement.

» L'observation clinique et le raisonnement étaient mes seuls guides pour justifier mon hypothèse alors. Je suis heureux de pouvoir les appuyer aujourd'hui d'une preuve décisive. Il s'agit d'une petite fille de 9 ans atteinte de luxation congénitale double, variété en haut et en arrière, n'ayant marché qu'à 2 ans et demi et qui a succombé il y a douze jours. Je transcris textuellement la Note de M. Baudet, l'interne qui a fait l'autopsie.

» La moelle, à première vue, ne présente aucune altération, mais le renflement cervico-brachial est plus volumineux qu'il ne l'est ordinairement; il est beaucoup plus gros qu'un pouce d'adulte et est très supérieur au renflement lombaire qui nous paraît, au contraire, un peu rapetissé. A la coupe du renflement cervico-branchial, il s'échappe une certaine quantité de liquide citrin, à tension assez élevée, puisqu'il nous éclabousse et se répand immédiatement en dehors. Nous n'avons pu le recueillir. Le canal épendymaire, qui dans cette région est ovalaire transversalement, paraît losangique avec angles latéraux très écartés; la paroi qui le borde est épaissie et tranche sur le reste de la moelle. Les cordons sont diminués de volume, mais la substance grise est conservée dans les cornes antérieures et postérieures. »

» La théorie précédente n'explique pas la beaucoup plus grande fréquence de la malformation de la hanche chez les enfants du sexe féminin. Jusqu'ici on n'a pu donner qu'un argument sérieux que j'accepte, faute de mieux, celui de l'hérédité. Le fait ne saurait en aucune manière, d'ailleurs, diminuer la valeur des explications en faveur d'une cause première ayant son siège dans le système nerveux central. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de l'exanthème vaccinal sur les localisations microbiennes (infection concomitante et infection secondaire).* Note de M. S. Arloing.

« J'ai tenté plusieurs fois, comme beaucoup de bactériologistes, de cultiver l'agent virulent de la vaccine en milieu artificiel. Je me hâte de dire que ces tentatives n'ont pas réussi, en ce sens que je n'ai pas atteint le but visé; toutefois, elles m'ont permis d'observer un fait digne d'être mentionné au point de vue de la genèse des lésions polymicrobiennes.

» Je dirai d'abord que, pour avoir des chances de cultiver une semence pure, je n'ai pas voulu la puiser dans les pustules provoquées par l'inoculation à la lancette d'un vaccin même épuré par un certain vieillissement, estimant qu'on peut toujours introduire quelques germes étrangers avec la lancette; j'ai tenu à la prendre dans les pustules d'un exanthème vaccinal surgissant loin du point où le virus a été introduit dans l'organisme.

» L'idéal eût été d'emprunter la semence aux pustules non encore ouvertes d'une vaccine spontanée. Mais comme celle-ci est très rare, si tant est qu'elle puisse naître sans inoculation à travers l'épiderme, j'ai dû me rabattre sur le horse-pox ou vaccine primitive. Et encore, comme les cas de horse-pox naturels ne s'offrent pas toujours à l'heure propice pour donner de la lymphe vaccinale pure, je me suis décidé à provoquer l'exanthème expérimentalement.

» En cette occurrence, j'ai utilisé l'aptitude du jeune poulain à contracter une vaccine généralisée après l'introduction du vaccin dans le sang, aptitude bien mise en évidence par M. Chauveau à la suite de ses travaux sur *Vaccine et variole*. Le vaccin, dont je me suis servi pour faire des injections intra-veineuses, était du vaccin de génisse mis obligeamment à ma disposition par le service vaccinogène de la ville de Lyon.

» Ces conditions préalables subordonnaient mes observations à des occasions propices et me condamnaient à marcher avec lenteur; aussi le début de mes recherches remonte-t-il déjà à plusieurs années.

» J'ai donc puisé la semence dans des pustules non ouvertes de horse-pox spontané ou d'exanthème vaccinal provoqué. La peau où siégeaient ces pustules était rasée au besoin, et, dans tous les cas, minutieusement lavée avec une solution de sublimé corrosif, puis avec de l'eau stérilisée. Les pustules étaient ensuite excisées à l'aide d'excellents ciseaux courbes par-

faitement stérilisés. Enfin, j'enlevais à leur face profonde des fragments de derme que je déposais dans du bouillon glycériné. Ces fragments étaient parfois réduits en pulpe sur place avant d'être portés dans les milieux nutritifs. Toujours, j'eus grand soin de ne rien emprunter à la portion épidermique des pustules, vu qu'elle peut recéler des microbes venant de l'extérieur.

» Quelques ballons ensemencés de cette manière restèrent stériles, les autres se peuplèrent d'un microcoque que j'ai propagé à travers plusieurs générations.

» Malheureusement, ce microcoque partageait seulement l'habitat du virus vaccin. Inoculé au cheval ou à la génisse par piqûres épidermiques, il produisit non des pustules, mais simplement de minimes papules offrant à leur sommet un peu de sérosité desséchée. Bien plus, injecté en grande quantité dans le tissu conjonctif sous-cutané de la génisse, il ne conféra pas l'immunité contre l'inoculation du vaccin à la lancette.

» J'ai été vivement frappé de la pureté des cultures fécondes et de l'identité du microbe qui les peuplait, que la semence ait été prise sur des sujets différents ou dans plusieurs pustules d'un même sujet.

» Ce microcoque, commensal du virus vaccin, existait-il dans l'organisme contaminé ou a-t-il été introduit au moment de l'inoculation intraveineuse? Je l'ignore, mais qu'il ait préexisté ou non dans l'organisme, toujours est-il qu'il s'est porté vers l'extérieur avec le virus vaccin.

» Puisqu'il est incapable de produire une pustule, il est impossible de lui attribuer la genèse de l'exanthème vaccinal, où je l'ai puisé. Par conséquent, sa migration vers le derme et sa fixation dans les pustules sont liées à l'éruption, sans laquelle le microcoque serait probablement allé périr inaperçu dans les réseaux capillaires ou dans les parenchymes.

» Il s'agit donc d'un remarquable exemple d'*infection secondaire vraie*, auquel conviendrait davantage la désignation d'*infection concomitante*.

» M. Le Dantec a fait observer, au Congrès de Médecine interne, tenu à Bordeaux au mois d'août 1895, que la lymphe vaccinale renferme toujours un staphylocoque qu'il fait procéder du terrain vivant (homme, génisse ou cheval) sur lequel on a cultivé le vaccin. Il appuie son opinion sur plusieurs bonnes raisons.

» Mais on pouvait toujours objecter qu'ayant propagé le vaccin, au moyen de l'inoculation à la lancette, il avait peut-être introduit le staphylocoque dans la pustule.

» Mes observations dégagent de ce soupçon celles de M. Le Dantec, puis-

qu'elles établissent la possibilité d'une pollution des pustules vaccinales de dedans en dehors. Il semble même que le virus vaccin jouisse d'une influence particulièrement remarquable, attractive ou entraînante, directe ou indirecte, sur quelques germes présents dans l'organisme.

» Il est peu probable que cette influence appartienne exclusivement au virus vaccin. Je me crois autorisé, sans exagération, à l'attribuer au virus d'autres maladies éruptives.

» Si je ne me trompais pas, on s'expliquerait à la fois les espérances et les déceptions des bactériologistes qui se sont lancés à la recherche de l'agent spécifique de ces maladies dans les lésions superficielles. Outre que les exanthèmes peuvent être amicrobiens, c'est-à-dire l'œuvre de substances toxiques solubles, on comprend qu'ils soient hantés par des germes accidentels n'ayant rien de commun avec le virus des affections éruptives. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques ultérieures relativement à ma dernière Communication à M.* Hermite [1]; par M. **Hugo Gyldén.**

« A mon grand regret, j'ai remarqué, dans ma dernière Note, une erreur de calcul qui modifiait les résultats que j'avais en vue, sans toutefois les altérer essentiellement. Qu'il me soit permis d'en donner la rectification et d'y ajouter quelques remarques ultérieures.

» Dans le travail dont j'ai voulu communiquer les résultats, il me fallait faire usage du développement que voici

$$k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^2 \sin 2\,\mathrm{am}\xi\,\mathrm{dn}\xi^2 = 16q(1+7q^2)\sin 2x + 96q^2\sin 4x + \ldots,$$

mais au lieu du vrai coefficient de $\sin 2x$, j'ai mis en usage, par inadvertance, la valeur $16q(1+15q^2)$. Après avoir restitué, dans mes calculs, l'expression rectifiée, le terme $-512gfq^4y_0$ disparaissait de l'équation (9), en sorte que le vrai résultat serait celui-ci :

$$(9)\quad \frac{d^2y_0}{d\xi^2} + k^2\cos 2\,\mathrm{am}\xi\, y_0 - 64fq^2\frac{\pi}{2K}y_0\frac{dy_0}{d\xi} = -gk^2\sin 2\,\mathrm{am}\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X.$$

» Mais, au lieu de cette équation, il était très facile d'en obtenir une autre où était réapparu le terme qui venait d'échapper, bien qu'il revînt agrandi.

---

[1] *Comptes rendus*, 27 janvier 1896.

» En effet, considérons les équations

$$\frac{d^2y_0}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0 = -gk^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X + 32q^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 d(\mathrm{dn}\,\xi\, X)^2,$$

$$\frac{d^2y_1}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_1 = -2gk^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0 + k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0^2 - 32q^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 d(\mathrm{dn}\,\xi\, Y)^2,$$

dont la somme est exactement la même que celle de l'équation (3, 0) avec la première des équations (3, 1).

» En introduisant, dans la première des équations signalées, la valeur

$$d(\mathrm{dn}\,\xi\, Y)^2 = -k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\, \mathrm{dn}\,\xi\, Y^2 + 2\,\mathrm{dn}\,\xi^2\, Y\, \frac{dY}{d\xi},$$

cette équation prendra la forme

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2y_0}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0 = {} & -gk^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X \\ & - 32q^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\, \mathrm{dn}\,\xi\, Y^2 \\ & - 64q^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 \mathrm{dn}\,\xi^2\, Y\, \frac{dY}{d\xi}, \end{aligned}\right.$$

d'où il résultera, si l'on n'y considère que la partie constante de Y^2, partie qu'on peut identifier avec g, et qu'on réunisse les termes où figure Y^2 multiplié par des fonctions trigonométriques aux équations suivantes, la valeur

$$(11)\qquad y_0 = (1 + 32q^2)\,Q + \frac{2K}{\pi}\,\mathrm{dn}\,\xi\, Y.$$

» Avec cette expression de y_0, on obtiendra, au lieu de la formule (6) de ma Communication précédente, celle-ci

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} y_1 = {} & -2gk^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 \mathrm{dn}\,\xi \int \frac{dx}{\mathrm{dn}\,\xi^2} \int \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, \mathrm{dn}\,\xi^2\, Y\, dx \\ & + 2k^2(1 + 32q^2)\left(\frac{2K}{\pi}\right)^3 \mathrm{dn}\,\xi \int \frac{dx}{\mathrm{dn}\,\xi^2} \int \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\, \mathrm{dn}\,\xi^2\, QY\, dx \\ & + \left(\frac{2K}{\pi}\right)^4 \mathrm{dn}\,\xi \int \frac{dx}{\mathrm{dn}\,\xi^2} \int [k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\, \mathrm{dn}\,\xi^2\, Y^2 \\ & \qquad - 32q^2\, d(\mathrm{dn}\,\xi\, Y^2)\, \mathrm{dn}\,\xi]\, dx. \end{aligned}\right.$$

» Maintenant, si l'on se rappelle des valeurs des termes constants qui figurent dans les développements de $-2gk^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^4 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, \mathrm{dn}\,\xi^2$ et de

$2k^2(1+32q^2)\left(\frac{2K}{\pi}\right)^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\, \mathrm{dn}\,\xi^2 Q$, savoir : $-64gq^2-128gq^4-\ldots$, respectivement : $64gq^2+2176gq^4+\ldots$, on déduira l'expression suivante de la partie pouvant être agrandie par la double intégration

$$y_1 = 2048gq^4\, \mathrm{dn}\,\xi \int dx \int Y\, dx,$$

formule dans laquelle on a supprimé les facteurs ayant, quand le module k est petit, des valeurs près de l'unité.

» Relativement à la troisième partie de la formule (12), on se convaincra aisément que les termes qui peuvent acquérir, par la seconde intégration, des petits diviseurs, ont disparu, du moins quant à leur plus grande partie.

» En vertu du résultat que je viens d'obtenir, il est visible qu'il conviendra de commencer les approximations en intégrant l'équation

$$(13) \quad \frac{d^2y_0}{d\xi^2} - \left[2k^2\, \mathrm{sn}\,\xi^2 - k^2 - 1 + \frac{\mathrm{dn}\,\omega^2}{\mathrm{cn}\,\omega^2}\right] y_0 = -gk^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X,$$

l'angle ω étant donné moyennant la relation

$$-1 + \frac{\mathrm{dn}\,\omega^2}{\mathrm{cn}\,\omega^2} = 2048gq^4,$$

d'où il s'ensuit

$$\mathrm{sn}\,\omega^2 = \frac{2048gq^4}{1+2048gq^4-k^2}.$$

» Il faut toutefois remarquer que cette valeur de ω grandira quand on considère les résultats des approximations suivantes, dans lesquelles on pourra aussi tenir compte du terme dépendant de $Y\frac{dY}{d\xi}$. Mais la valeur de ω restera toujours réelle.

» Quand il s'agit du calcul numérique d'une inégalité à très longue période, il est indispensable de tenir compte des termes dont j'ai montré l'existence : sans cela, on pourra, en effet, arriver à des déterminations tout à fait illusoires. Mais on n'est pas obligé de commencer les approximations en partant de l'équation (13); on peut aussi en effet, si l'on veut, dans ce but, choisir une autre équation qui équivaut à celle-là. Dans les calculs se rapportant à quelques-unes des petites planètes, j'ai employé, comme point de départ, une équation différentielle que j'ai déduite d'une manière assez simple.

» En mettant d'abord, dans l'équation (1) de ma Note du 27 janvier,

$$y = \frac{2K}{\pi}\, \mathrm{dn}\,\xi \left(Y + \frac{4q}{1-q^2} g \sin 2x\right),$$

j'ai obtenu une nouvelle équation différentielle dont la solution s'obtenait au moyen de la méthode des coefficients indéterminés. En effet, en supposant

$$\begin{aligned} Y = \varphi_0 + \varphi_1 \cos 2x + \varphi_2 \cos 4x + \ldots, \\ + \psi_1 \sin 2x + \psi_2 \sin 4x + \ldots, \end{aligned}$$

les φ_0, φ_1, ψ_1, ... étant des fonctions des arguments qui figurent dans X, il résulte un système d'équations qui s'intègre de proche en proche. Après des réductions qui sont trop longues pour être reproduites ici, mais qui sont suffisamment vérifiées, je suis arrivé à l'équation principale que voici :

$$(14) \qquad \frac{d^2\varphi_0}{dx^2} - 512 g q^4 \varphi_0 + 128 q^2 \varphi_0 \frac{d\varphi_0}{dx} = - X \text{ [1]}.$$

» L'importance des termes que je viens de mettre en évidence, savoir, dans l'équation (14), les termes dépendant de φ_0 et de $\varphi_0 \frac{d\varphi_0}{dx}$, a été signalée d'abord dans mon Mémoire *Nouvelles recherches sur les séries z*, § 6, à la fin du n° 6. A cet égard, je renverrai aussi à un passage de M. Poincaré, dans son Ouvrage *Les nouvelles méthodes de la Mécanique céleste*, t. II, p. 311. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Lanarafe adresse un supplément à son Mémoire sur le choléra asiatique de Samsoun en 1894.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Traité de Chirurgie cérébrale, par MM. *A. Broca* et *P. Maubrac* ». (Présenté par M. Guyon, pour le concours Montyon).

---

[1] Voir les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm*, 11 septembre 1895.

2° Un Volume de M. *Scheurer-Kestner* intitulé : « Pouvoirs calorifiques des combustibles solides, liquides et gazeux ». (Présenté par M. Friedel.)

3° Un Volume de M. *Félix Henneguy*, intitulé : « Leçons sur la cellule, professées au Collège de France pendant le semestre d'hiver 1893-1894 ». (Présenté par M. Ranvier.)

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Perrine* (1895, *c*) *et Perrine-Lamp* (1896, *a*), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux*. Note de M. **L. Picart**, communiquée par M. G. Rayet.

Comète Perrine (1895, *c*).

Dates 1896.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observ.
		h m s	m s	′ ″	
Fév. 16.....	1	15.15.10,68	−1.28,87	+0.21,27	L. Picart
24.....	2	15.55.59,66	+1. 3,13	−3.24,62	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	½[Weisse₁, H. XIX, 1136. — Gœttingue 5451-52]	19.46.58,10	−0,18	91.32.18,9	+11,51
2...	⅓[Weisse₁, H. XIX, 1107. — Munich I, 22004. — Glasgow II, 1687]	19.45.36,91	−0,02	89.25. 7,7	+11,37

Positions apparentes de la comète Perrine (1895, *c*).

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Fév. 16.....	17.28.21,0	19.45.29,05	$\bar{1}$,591	91.32.51,7	−0,800
24.....	17.37.36,0	19.46.40,02	$\bar{1}$,547	89.21.54,5	−0,794

Comète Perrine-Lamp (1896, *a*).

Dates 1896.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observ.
		h m s	m s	′ ″	
Fév. 24.....	1	15.18.57,41	+4. 8,29	+6.34,33	L. Picart
25.....	2	5.44. 9,85	−1.34,09	+7.32,93	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	½[Weisse₁, H. XXI, 1005-06 — Glasgow II, 1881]	21h42m25s,75	−1s,13	52°49′21″,7	+7″,18
2...	Weisse₁, H. XXII, 15-16	22. 3.22,00	−1,24	50.24. 5,0	+5,25

Positions apparentes de la comète Perrine-Lamp (1896, *a*).

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
Fév. 24.....	17h 0m39s,8	21h46m32s,91	$\bar{1}$,720	52°56′ 3″,2	−0,735
25.....	7.23.30,5	22. 1.46,67	+$\bar{1}$,693	50.31.43,2	−0,815

» La comète est ronde, sans condensation bien sensible. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner), pendant le quatrième trimestre de* 1895. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les époques d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Leur comparaison à ceux du trimestre précédent conduit aux remarques suivantes :

» Ce trimestre a été moins favorable aux observations que le précédent, leur nombre est de 47 au lieu de 74.

» *Taches.* — La distribution des taches continue à être irrégulière et leur marche décroissante présente des fluctuations de plus en plus marquées. A une période mouvementée de quelques jours succède une période à peu près calme; ainsi, après la région riche en taches qui a passé au méridien central du 30 septembre au 6 octobre, arrive une région relativement pauvre avec minimum vers le milieu d'octobre (il n'y avait que deux groupes le 18).

» Par suite des circonstances défavorables dans lesquelles ont été faites les observations, il nous a été impossible de vérifier si quatre ou cinq groupes assez importants (Tableau I) étaient visibles à l'œil nu (1); d'autre part, en aucun des jours d'observation le Soleil n'a été vu sans taches (2).

» Une particularité intéressante à noter est la présence de deux petites taches au milieu de facules peu brillantes à la latitude de $+57°$, le 15 novembre.

» Bien que le nombre de groupes soit allé en augmentant (98 au lieu de 88), la surface totale observée diminue; on a, en effet (Tableau II), 5988 millionièmes au lieu de 6080 fournis par le trimestre précédent.

» Au total, la surface mesurée pour les taches est plus forte au nord de l'équateur qu'au sud, mais le mois de décembre présente une exception; cette surface y est, en effet, double dans l'hémisphère sud que dans l'hémisphère nord.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules, avec ou sans taches, ont encore augmenté : on a trouvé 155 groupes et une surface de 178,5 millièmes au lieu de 123 groupes et une surface de 162,0 millièmes donnés par le troisième trimestre.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.	Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre 1895.			0,00.			Octobre 1895 (suite).				0,00.	
25- 3	6	1,6	—18		30	28- 5	5	3,4		+15	48
25- 5	8	2,2		+13	231	10-11	2	5,5	— 3		44

(1) Des observations faites par M. S. Véréri, à Bellevue (Lot), il résulte que nos groupes

novembre ($\lambda = 3,7$, $\beta = +10°$) et décembre ($\lambda = 26,1$; $\beta = -10°$)

ont été visibles à l'œil nu (*Bull. de la Société astronomique de France,* février 1896, p. 46).

(2) Cependant, de l'examen de nos dessins et d'après la répartition des taches, nous pensons que le Soleil a pu être sans taches le 10 novembre (nous n'avons pas d'observation à cette date), ce serait alors le premier jour sans taches.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1895. 0,00.			
30-12	7	6,3		+20	163
12	1	8,3		+17	3
12	1	9,3	−15		4
12	1	9,6		+10	4
10	1	9,6		+33	2
12-14	2	12,2	−17		11
14-15	2	13,2		+ 9	7
12-16	4	13,8	−18		3
15	1	13,8		+20	1
15	1	14,6		+28	2
14	1	15,1		+10	3
21	1	17,6	− 5		3
15-19	3	17,7	−12		2
12-22	9	17,7		+12	48
19-21	2	19,2		+41	2
15-18	4	20,8	−15		19
21	1	21,0	− 5		2
21-23	3	22,9	− 9		3
19-28	7	24,1		+11	487
21-31	7	27,6	−16		230
21-31	7	27,6		+11	188
23- 4	6	29,7		+18	271
25	1	29,8	− 0		9
25-28	3	30,4		+17	102
	19 j.		−11°,1	+17°,8	
		Novembre 1895. 0,00.			
31- 7	5	1,3		+ 8	482
31	1	2,2	− 3		3
31- 8	6	3,7		+10	455
31- 8	6	5,6	−12		29
4- 8	3	8,6	−19		5
8	1	8,7		+35	1
8	1	9,4		+ 8	1
5	1	9,4	−27		6
8	1	10,3		+ 4	2
15	1	13,9	−10		1
13-16	2	14,4	−19		30
11-15	3	15,1		+16	18
15	1	15,5	−17		2
15	1	15,9		+57	3
15-16	2	16,1	−12		34
13-20	4	18,9	− 7		201
20	1	19,8		+25	1
15-20	3	20,2		+ 9	46
15-26	5	20,4	− 3		210
15-20	2	20,6	−16		15
15	1	21,2	− 2		6
25	1	22,4		+ 1	4
20-27	4	24,3	−15		95
27	1	25,4	−30		1
		Novembre 1895 (suite). 0,00.			
20-27	4	25,9		+18	31
27	1	26,7		+ 1	1
25	1	27,3		+18	4
25-30	4	28,0		+ 7	13
30-2	2	28,7		+20	2
2-5	2	30,2	−13		120
2	1	30,6	− 1		1
25- 5	6	30,7		+11	118
	14 j.		−12°,9	+15°,3	
		Décembre 1895. 0,00.			
2	1	1,7	− 9		1
2	1	2,2		+ 2	1
2	1	2,4	− 7		1
2- 6	3	2,8		+ 3	64
5	1	5,1	−19		5
11-12	2	8,6	−13		5
5-13	7	9,3	− 5		39
10	1	9,7		+19	2
5- 6	2	10,1	−11		8
5-11	5	11,2	−14		42
6-10	3	11,9	−17		6
6-18	9	12,3	−12		120
6-16	7	12,6	−18		35
9-12	4	12,8	−12		22
9-13	5	13,1	−20		51
9-18	8	13,6		+19	120
9-18	7	13,8	−21		25
12-18	5	14,3		+ 5	153
9-16	6	14,5		+19	130
9-18	8	15,0	−20		51
16	1	15,4		+39	1
16	1	16,0	− 1		1
16	1	16,7		+20	1
16	1	17,2	−40		1
11-16	3	17,3	− 1		10
13-18	4	18,1		+10	16
16	1	18,5	−19		1
18-26	3	20,8	−13		148
16-26	5	22,0		+16	160
18-26	3	22,1	− 8		43
26	1	22,4	−18		136
23-26	2	23,2		+10	13
23-31	3	26,1	−10		257
23-26	2	26,6	−10		40
23- 2	4	27,5	−12		390
26	1	28,1		+ 8	3
31	1	30,8	− 7		2
26-31	2	31,4		+ 5	21
	14 j.		−13°,5	+13°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud							Nord								
	90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°. Somme.		Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Octobre....	»	»	»	7	5	12		16	3	10	1	1	1		28	1922
Novembre..	»	»	2	8	6	16		16	8	5	1	1	1		32	1941
Décembre..	»	1	1	14	9	25		13	7	5	»	1	»		38	2125
Totaux..	»	1	3	29	20	53		45	18	20	2	3	2		98	5988

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud							Nord								
	90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°. Somme.		Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Octobre....	»	1	3	11	5	20		26	3	11	9	2	1		46	60,5
Novembre...	»	2	8	11	4	25		28	7	8	6	»	7		53	59,2
Décembre...	1	»	1	14	7	23		33	9	15	5	2	2		56	58,8
Totaux...	1	3	12	36	16	68		87	19	34	20	4	10		155	178,5

» Enfin, les facules restent toujours plus nombreuses au nord qu'au sud, et il y a lieu de signaler également leur présence à de hautes latitudes; ainsi, le 27 novembre, il y avait trois groupes entre $+64°$ et $+71°$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes asymptotiques.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Appell.

« On doit à M. Lelieuvre d'élégantes formules, qui donnent les coordonnées d'un point d'une surface (S) rapportée à ses lignes asymptotiques (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1888, p. 126). Ces formules sont les suivantes : α, β désignant les paramètres qui définissent les deux systèmes de lignes asymptotiques, et θ_1, θ_2, θ_3 étant trois intégrales particulières d'une équation linéaire à invariants égaux,

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \lambda(\alpha,\beta)\,\theta, \tag{1}$$

on a

$$\left\{\begin{aligned} x &= \int\left(\theta_2\frac{\partial\theta_3}{\partial\alpha} - \theta_3\frac{\partial\theta_2}{\partial\alpha}\right)d\alpha - \left(\theta_2\frac{\partial\theta_3}{\partial\beta} - \theta_3\frac{\partial\theta_2}{\partial\beta}\right)d\beta,\\ y &= \int\left(\theta_3\frac{\partial\theta_1}{\partial\alpha} - \theta_1\frac{\partial\theta_3}{\partial\alpha}\right)d\alpha - \left(\theta_3\frac{\partial\theta_1}{\partial\beta} - \theta_1\frac{\partial\theta_3}{\partial\beta}\right)d\beta,\\ z &= \int\left(\theta_1\frac{\partial\theta_2}{\partial\alpha} - \theta_2\frac{\partial\theta_1}{\partial\alpha}\right)d\alpha - \left(\theta_1\frac{\partial\theta_2}{\partial\beta} - \theta_2\frac{\partial\theta_1}{\partial\beta}\right)d\beta.\end{aligned}\right. \tag{2}$$

» Une remarque bien simple permet de faire disparaître les signes de quadrature dans un nombre illimité de cas.

» Supposons que la suite de Laplace, relative à l'équation (1), se termine après un certain nombre d'opérations, de sorte que l'intégrale générale de l'équation (1) contienne explicitement une fonction arbitraire de α, une fonction arbitraire de β, et leurs dérivées jusqu'à un ordre déterminé. Les trois intégrales θ_1, θ_2, θ_3 contiennent chacune deux fonctions arbitraires, et l'on peut mettre ces fonctions arbitraires sous une forme telle que toutes les quadratures qui donnent x, y, z puissent être effectuées. On aura donc ainsi, sous forme explicite, les coordonnées d'une infinité de surfaces rapportées à leurs lignes asymptotiques.

» Soient $f_1(\alpha)$, $\varphi_1(\beta)$, $f_2(\alpha)$, $\varphi_2(\beta)$, $f_3(\alpha)$, $\varphi_3(\beta)$ les fonctions arbitraires qui figurent respectivement dans θ_1, θ_2, θ_3. Considérons $f_1(\alpha)$ et $\varphi_1(\beta)$ comme données, et les quatre autres fonctions comme indéterminées. La formule qui donne y, par exemple, peut s'écrire

$$y = \int P\,d\alpha + Q\,d\beta + \int P_1\,d\alpha + Q_1\,d\beta,$$

en réunissant, d'une part, les termes qui contiennent $f_2(\alpha)$, d'autre part, les termes qui contiennent $\varphi_2(\beta)$; P et Q sont de la forme

$$a f_2(\alpha) + a_1 f_2'(\alpha) + \ldots + a_{n+1} f_2^{(n+1)}(\alpha),$$

et P_1 et Q_1 de la forme

$$b\,\varphi_2(\beta) + b_1\,\varphi_2'(\beta) + \ldots + b_{n+1}\,\varphi_2^{(n+1)}(\beta),$$

$a, \ldots, a_{n+1}, b, \ldots, b_{n+1}$ étant des fonctions déterminées de α et de β. Les deux expressions $P\,d\alpha + Q\,d\beta$, $P_1\,d\alpha + Q_1\,d\beta$ doivent être des différentielles exactes pour toutes les formes possibles des fonctions $f_2(\alpha)$ et $\varphi_2(\beta)$. Or il résulte d'une proposition générale, démontrée par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. II, n° 393), qu'on peut toujours, par des opérations purement algébriques, mettre l'intégrale $\int P\,d\alpha + Q\,d\beta$ sous l'une ou l'autre des formes suivantes :

$$F_2(\alpha) + C_1 F_2'(\alpha) + \ldots + C_{n+1} F_2^{(n+1)}(\alpha),$$
$$C_1 F_2(\alpha) + \ldots + C_n\; F_2^{(n)}\;(\alpha),$$

$F_2(\alpha)$ étant une fonction arbitraire de α qui peut être prise égale à $f_2(\alpha)$ dans la seconde forme, et qui est définie, dans le cas de la première forme,

en posant

$$\omega f_2(\alpha) = F'_2(\alpha),$$

ω étant une fonction déterminée de α. On mettra de la même façon l'intégrale $\int P_1 d\alpha + Q_1 d\beta$ sous forme explicite en introduisant une nouvelle fonction arbitraire $\Phi_2(\beta)$. De la même façon, on mettra z sous une forme entièrement explicite en substituant aux fonctions arbitraires $f_3(\alpha)$ et $\varphi_3(\beta)$ deux nouvelles fonctions arbitraires $F_3(\alpha)$ et $\Phi_3(\beta)$. Remplaçons maintenant θ_2 et θ_3 par leurs expressions dans l'intégrale qui donne x, en considérant $F_2(\alpha)$ et $\Phi_2(\beta)$ comme connues et $F_3(\alpha)$ et $\Phi_3(\beta)$ comme indéterminées; on mettra cette intégrale sous une forme entièrement explicite, en introduisant deux nouvelles fonctions arbitraires $\mathcal{F}_3(\alpha)$ et $\Psi_3(\beta)$.

» En appliquant le même procédé trois fois de suite aux formules qui résolvent le problème de la déformation infiniment petite pour la surface considérée, dans le cas où l'équation (1) est à invariants égaux, on arrive à se débarrasser de tout signe de quadrature.

» Supposons, par exemple,

$$\theta_1 = \frac{2f_1(\alpha)}{\alpha - \beta} - f'_1(\alpha), \qquad \theta_2 = \frac{2f_2(\alpha)}{\alpha - \beta} - f'_2(\alpha), \qquad \theta_3 = \frac{2f_3(\alpha)}{\alpha - \beta} - f'_3(\alpha);$$

θ_1, θ_2, θ_3 sont trois intégrales particulières de l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \frac{-2\theta}{(\alpha-\beta)^2};$$

en remplaçant θ_1, θ_2, θ_3 par les valeurs précédentes, les formules (1) représentent la surface réglée la plus générale (sans plan directeur) rapportée à ses lignes asymptotiques. L'application de la méthode générale précédente permet de faire disparaître tous les signes de quadrature avec la plus grande facilité. On sait que M. Kœnigs a déjà résolu ce problème (*Comptes rendus*, 1888). »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée, privée d'air, au maximum de densité*. Note de M. **J. Macé de Lépinay**.

« J'ai eu l'honneur, dans une précédente Communication (1), d'exposer le plan des recherches que j'avais entreprises pour déterminer cette

(1) Séance du 8 avril 1895.

donnée, fort mal connue malgré son importance. Je me propose, sans y revenir, d'exposer aujourd'hui les résultats de mes recherches, en les accompagnant des renseignements nécessaires pour permettre d'apprécier le degré d'exactitude obtenu.

» I. La méthode suivie et le goniomètre employé pour mesurer l'indice ordinaire, pour la raie verte du cadmium, du quartz employé, ont été déjà décrits ([1]). Les résultats, concordants, de trois séries indépendantes de mesures conduisent à la formule suivante (N étant l'indice absolu) :

$$N = 1,5487381 - 10^7(51,68\,t_{\text{II}} + 0,1552\,t_{\text{II}}^2).$$

» Voici les résultats de l'une de ces séries :

t_{II}.	N obs.	N calc.
$7^{\circ},60$	1,5486976	1,5486979
16,14	1,5486510	1,5486507
26,04	1,5485922	1,5485930

» Les indices paraissent connus à une demi-unité près du sixième ordre décimal. L'erreur relative correspondante sur le volume est de $\frac{1}{3600000}$.

» II. Les mesures proprement dites d'épaisseur du cube de quartz employé, effectuées par la méthode des franges de Talbot, ont été un peu moins précises que je ne l'espérais, car j'ai dû me contenter d'un réseau de $3^{m},15$ de rayon de courbure ([2]) (troisième spectre de diffraction). Afin d'apprécier l'erreur que peut comporter la moyenne obtenue, j'ai groupé les douze mesures d'épaisseur effectuées, de manière à obtenir quatre valeurs indépendantes du volume cherché (à 0°). Ce sont, toutes corrections faites :

$$V_0 = 61^{cc},75267,$$
$$61,65287,$$
$$61,75279,$$
$$61,75300.$$

» La moyenne $61^{cc},75283$ semble exacte à une unité près du quatrième ordre décimal, soit à $\frac{1}{620000}$ près.

([1]) *Ann. de Ch. et de Ph.*, (7), t. V; 1895.

([2]) Ce réseau m'a été obligeamment confié par M. Violle, et la balance de Ruprecht dont je me suis servi l'a été par notre doyen M. Reboul. Je les prie d'agréer mes sincères remercîments.

» III. La pesée du cube, effectuée par MM. R. Benoît et P. Chappuis, avant toute autre opération, alors que les arêtes en étaient parfaitement vives, a donné

$$P = 163^{gr},68257 \pm 0,00002.$$

» IV. La détermination de la densité du cube de quartz, effectuée par la méthode des pesées hydrostatiques, a pu atteindre une grande précision, grâce à l'application de la remarque suivante (1). Dans une pareille pesée, par suite des effets de la capillarité sur le fil de suspension, la balance paraît perdre en grande partie sa sensibilité, lorsqu'on cherche à ramener le fléau à son orientation de repos. Elle la reprend presque complètement si l'on prend, comme repère, une inclinaison du fléau correspondant à une émersion de quelques millimètres du fil qui traverse le liquide, à la condition essentielle que le fléau parte, chaque fois, sans vitesse initiale, de sa position de repos.

» L'eau employée, condensée dans un tube en argent, était recueillie dans un vase doré; toutes les autres pièces métalliques en contact avec elle étaient en platine. Il s'écoulait vingt minutes entre le moment de la rentrée de l'air dans la cloche où l'on avait fait bouillir l'eau dans le vide et celui de la pesée du quartz.

» Les résultats obtenus, aux plus basses températures que j'aie pu réaliser pendant cet hiver, sont (2) :

t_H.	D_0.	t_H.	D_0.
5°,08	2,650729	6°,10	2,650732
5,22	731	6,15	726
5,40	729	6,33	725
5,83	728	6,63	734
5,87	727	7,61	729

» Nous resterons, sans doute, au-dessous de la vérité en considérant la moyenne $D_0 = 2,650729$ comme exacte à $\frac{1}{1000000}$ près.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X; 1887.

(2) On a admis, pour effectuer les calculs, les valeurs des densités de l'eau déterminées par M. Marek dans des conditions identiques à celles de mes propres mesures (pesées hydrostatiques d'un quartz de 400gr).

» Les résultats de cette étude sont dès lors :

» Le volume du cube de quartz, à 0°, est

$$V_0 = \frac{163,68257}{2,650729} \text{ millilitres } (^1) = 61,75002 \text{ millilitres.}$$

» Il est, d'autre part, de $61,75283^{cc}$. On en déduit

$$1 \text{ millilitre} = 1,000046^{cc}.$$

» Ce même nombre représente le volume, en décimètres cubes, d'eau distillée, privée d'air, à 4°, qui pèse 1^{kg}.

» La masse du décimètre cube d'eau, dans ces mêmes conditions, est donc de

$$0^{kg},999954.$$

» En admettant que toutes les causes d'erreur signalées s'ajoutent, l'erreur que pourraient comporter ces nombres serait de six unités du dernier chiffre caractéristique. »

PHYSIQUE. — *Rôle des différentes formes de l'énergie dans la photographie au travers de corps opaques*. Note de M. **R. Colson**, présentée par M. A. Cornu.

« Depuis la découverte des rayons X, de très nombreuses expériences ont été exécutées à la recherche de nouveaux moyens d'impressionner la plaque photographique au travers de corps opaques. Il en résulte aujourd'hui une certaine confusion, à laquelle on ne peut remédier que par une classification bien nette des effets variés produits sur la surface sensible par les différentes formes de l'énergie. Je vais résumer dans cette Note les règles à formuler d'après les résultats connus et d'après mes observations.

» Ces formes de l'énergie peuvent se classer en : mécaniques, chimiques, calorifiques et lumineuses; il y aura lieu d'y ajouter la forme électrique lorsqu'on aura constaté son influence directe sans les transformations qui ramènent son effet à l'un des précédents. En outre, il faut classer à part les rayons X, en attendant que nous soyons fixés sur leur véritable nature.

» 1° L'action mécanique consiste en pressions ou frottements exercés

---

(1) Le millilitre étant le volume qui contient 1^{gr} d'eau, privée d'air, à 4°.

par des corps durs en contact avec la plaque, et se traduit, au développement, par des traits noirs.

» 2° Il est facile d'isoler une action chimique; dans chaque cas, on peut prévoir d'avance le résultat d'après la nature des corps en présence. Le contact d'un corps capable de donner du noir, par la réduction ou transformation du composé d'argent, agit surtout lorsque l'humidité intervient. Par exemple, l'humidité qui provient de l'échauffement d'un cliché en contact avec la plaque peut contenir des proportions variables du révélateur ou de l'hyposulfite. Mais une influence chimique peut se produire aussi à sec; je citerai comme exemple le contact de l'encre sèche, qui, ainsi que je l'ai trouvé, insensibilise la couche par oxydation de la matière organique, et ménage des clairs dans le développement. Il en est de même toutes les fois que cette matière s'oxyde.

» 3° La chaleur sèche est capable de déterminer le travail préliminaire que le révélateur complète en noircissant le cliché.

» Si la plaque est emballée dans plusieurs épaisseurs de papier noir, et placée près d'une source de chaleur (par exemple lampe électrique à arc), on constate que certaines parties de la surface sont recouvertes de buée et restent claires dans un révélateur énergique qui voile les autres parties.

» J'applique sur une plaque, dans la chambre noire, un carton dans lequel j'ai découpé des lettres, et je l'expose pendant cinq minutes à la vapeur d'eau vers 35°; la gélatine montre les lettres en relief dans les endroits qui ont subi le moins l'influence de la vapeur, et en creux dans ceux qui étaient le plus directement soumis à la vapeur et à la chaleur. Le voile du développement laisse les lettres en clair, surtout celles qui étaient en creux.

» Une plaque est traitée d'abord par la vapeur comme la précédente, puis est chauffée à 40° pendant une minute; les lettres de gélatine humide subissent un commencement de fusion, forment un creux prononcé en séchant, et restent encore plus claires dans le révélateur.

» Je place sur une plaque trois pièces d'argent de 2^{fr}, soigneusement nettoyées pour supprimer toute action chimique; le tout est emballé dans le papier noir et maintenu pendant deux heures sur le marbre d'un calorifère vers 40°, avec un poids d'un kilogramme sur une des pièces. Au développement, cette pièce vient en clair, avec une bordure noire causée par la pression. Les deux autres pièces ne donnent rien.

» Ainsi, en résumé, sur les parties de la plaque rendues humides par la vapeur provenant de l'enveloppe ou par la vapeur qui s'échappe de la gélatine et qui est emprisonnée sur la surface par un corps en contact, la chaleur produit une modification qui laisse ces parties en clair dans le révélateur; l'effet est accentué par l'élévation de température.

» Cette influence est importante, car elle tend à se manifester lorsqu'on

emploie les rayons solaires directs ou les sources lumineuses à combustion, c'est-à-dire dans un grand nombre de cas.

» 4° Les radiations infra-rouges, si elles sont suffisamment intenses, impressionnent la plaque comme les radiations visibles.

» Pour les radiations visibles, il faut tenir compte de la propriété, que possède la plaque, d'*accumuler* les effets successifs, tandis que l'œil se sature en une fraction de seconde. J'ai appliqué derrière une planchette de sapin de 5^{mm} d'épaisseur une plaque Lumière (bleue), protégée et maintenue par quatre feuilles de papier noir collées sur le bois. Après une exposition de huit heures à la lumière diffuse du jour, j'ai obtenu un bon cliché montrant la structure du bois et donnant un négatif d'une épreuve sur papier interposée entre la plaque et la planchette; du papier d'étain était légèrement traversé, et du papier noir ne l'était nullement. Je me suis assuré que, dans ces conditions d'éclairage, il fallait réduire l'épaisseur à moins de 3^{mm} pour que l'œil, habitué à l'obscurité, puisse percevoir la lumière au travers. Les rayons lumineux peuvent donc, avec le temps, impressionner la plaque d'une façon appréciable au travers de corps que nous appelons opaques.

» M. Cornu a montré (¹), dès 1880, en étudiant le pouvoir réfléchissant de divers métaux, qu'il est possible d'observer par fluorescence des radiations ultraviolettes très réfrangibles au travers d'une lame d'argent déposé chimiquement et assez épaisse pour arrêter les rayons du soleil : la transparence est plus particulièrement observable dans le voisinage de la raie R (²). M. de Chardonnet (³) a utilisé cette propriété de l'argent pour photographier des objets en apparence invisibles, et a trouvé que, si ces rayons ne sont pas visibles, c'est qu'ils sont absorbés par les milieux de l'œil. Il est probable qu'ils traversent un grand nombre des substances dites opaques. Mais, qu'ils agissent directement ou par l'intermédiaire de corps phosphorescents ou fluorescents, leur effet se traduit encore par le noircissement de la plaque au développement.

» Il faut enfin faire figurer ici les effets qui proviennent d'une protection incomplète de la surface sensible pendant l'expérience.

» 5° Il est facile de reconnaître les rayons X, en emballant la plaque dans le papier noir et en disposant sur le trajet un carton épais ou une planchette, avec du verre et du fer, qui donneront du clair sur le fond noir dû aux rayons.

» Ces indications permettent d'analyser ce qui se passe dans chaque cas et d'analyser les véritables causes des phénomènes observés. »

(¹) *Annales de l'École Normale*, 2ᵉ série, t. IX, p. 23 (*Spectre normal du Soleil*).

(²) *Comptes rendus*, 17 juin 1889.

(³) *Comptes rendus*, 24 avril 1882, 12 et 19 février 1883.

PHYSIQUE. — *Effets électriques des rayons de Röntgen.* Note de M. **Auguste Righi**, présentée par M. Mascart.

« Je désire faire connaître quelques faits nouveaux, constatés en continuant l'étude de la dispersion électrique produite par les rayons de Röntgen.

» 1. Les rayons X agissent sur les diélectriques comme sur les conducteurs, c'est-à-dire qu'ils produisent la dispersion des charges électriques et, quel que soit l'état initial du diélectrique, ils lui donnent à la fin une charge positive.

» La dispersion a lieu même lorsqu'une lame isolante à l'état naturel est portée dans un champ électrique, où elle reçoit les rayons X. C'est un fait analogue à celui que j'ai démontré autrefois pour le cas des rayons ultraviolets, et il se forme sur les points qui reçoivent les rayons actifs, une charge de signe contraire à celui de la charge dispersée. Voici une expérience qui démontre ce fait, et qui permet d'obtenir des *ombres électriques* par l'action des rayons de Röntgen.

» Au-dessous du tube de Crookes est placée une feuille de carton noir horizontale, doublée par une lame mince d'aluminium communiquant avec le sol. Les rayons X, qui la traversent, tombent sur une lame d'ébonite placée à petite distance, qui porte une armature d'étain sur la face opposée. Cette armature communique avec un des plateaux d'un condensateur à air, dont l'autre plateau est en communication avec la cathode du tube de Crookes. L'anode de celui-ci communique avec le sol.

» On place sur le carton la main étendue ou des objets quelconques, on met en action le tube pendant quelques minutes, puis on retire l'ébonite et l'on projette sur elle le mélange connu de soufre et minium. On voit apparaître alors sur l'ébonite une ombre électrique de la main ou des objets. Les os de la main, ou les pièces métalliques se différencient par leur opacité plus grande (1).

» En projetant, au lieu des deux poudres usuelles, un mélange de talc et de bioxyde de manganèse, le résultat obtenu ressemble le mieux à une photographie.

» 2. Pour mesurer l'intensité des rayons X au moyen de leur action sur les corps électrisés, je procède de la manière suivante.

» Un disque de cuivre est en communication avec un électromètre de Mascart, et en même temps, par l'intermédiaire d'une colonne d'alcool absolu (longue de $0^{m},80$

(1) On peut supprimer le condensateur à air, et charger l'armature de l'ébonite au moyen d'une petite machine électrique.

et de $0^m,1$ de diamètre) avec le pôle isolé d'une série de 2 à 10 petits accumulateurs. Le potentiel v_0 du disque descend à v_1 lorsque les rayons X tombent sur lui; et comme on constate que la différence $v_0 - v_1$ est sensiblement proportionnelle à v_1 (au moins entre certaines limites), on peut prendre $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ comme mesure de la dispersion.

» En changeant, dans des proportions connues, la surface de la fenêtre par laquelle les rayons X sortent de la caisse métallique qui contient le tube de Crookes, la bobine, etc., j'ai vérifié que $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ est proportionnel à ladite surface et, par conséquent, à l'intensité de la radiation reçue par le disque.

» De là, le moyen simple, très rapide et très exact par lequel je mesure l'intensité relative des rayons de Röntgen, l'absorption produite par les diverses substances, etc.

» 3. Le fait intéressant, découvert par MM. Gossart et Chevallier, de l'arrêt du radiomètre que produisent les rayons X, n'a plus lieu, suivant des expériences que j'ai répétées plusieurs fois, si l'on baigne parfaitement toute la paroi extérieure du radiomètre. Ce procédé empêche la formation d'une charge électrique localisée sur le côté de la paroi tourné vers le tube de Crookes. Il paraît donc que le phénomène de l'arrêt est dû à la force électrique provenant d'une charge produite par les rayons sur la paroi. Du moins cette charge joue certainement un rôle important dans le phénomène de MM. Gossart et Chevallier.

» 4. J'ai étudié, enfin, la dispersion dans l'air raréfié. Le disque de cuivre du n° 2 (qui, pour l'expérience actuelle, est plus petit) est placé dans un récipient dans lequel on peut faire un bon vide. Le disque est entouré par une boîte métallique communiquant avec le sol, et dont une partie est en aluminium, pour que les rayons X puissent arriver sur le disque. Voici les premiers résultats obtenus.

» J'ai constaté que la dispersion, mesurée par le rapport $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$, devient de plus en plus faible, lorsque la pression de l'air diminue de plus en plus. Avec les rayons ultraviolets j'ai observé, autrefois, les indices d'un phénomène contraire.

» J'ai constaté aussi que le potentiel positif final auquel le disque, pris à l'état naturel, est porté par les rayons X, croît avec la raréfaction.

» Ce dernier phénomène est tout à fait semblable à celui que j'ai observé autrefois avec les rayons ultraviolets. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques faits se rapportant aux rayons de Röntgen.* Extrait d'une Lettre de MM. **A. Battelli** et **A. Garbasso** à M. Lippmann.

« ..... Nous sera-il permis de rappeler que, dans un travail publié dans le numéro de janvier du *Nuovo Cimento*, nous avions déjà, entre autres résultats, signalé les suivants :

» On peut obtenir des rayons de Röntgen très vifs en rendant fluorescentes, au moyen de la radiation cathodique, des substances minérales choisies à cet effet.

» L'emploi du dispositif de Tesla diminue la durée de la pose. Nous avons même obtenu de bonnes photographies avec une pose de *deux secondes* seulement.

» Nous avons indiqué plusieurs substances, qui, par l'action des rayons de Röntgen, donnent une fluorescence même plus intense que celle produite par le platinocyanure de baryum.

» Nous avons remarqué qu'au moyen de substances fluorescentes, placées derrière la plaque photographique, on peut abréger la durée de la pose.

» Nous avons mis hors de doute l'existence de la réflexion (diffuse), et l'absence de la réfraction. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques échantillons de verre soumis à l'action des rayons X.* Note de M. **V. Chabaud**, présentée par M. Lippmann.

« Six échantillons de verre, de compositions différentes, ont été taillés et amenés à l'épaisseur de $\frac{45}{100}$ de millimètre. J'ai fait, avec chaque échantillon, trois lames rectangulaires. Sur une carte de dimension $\frac{9}{12}$, j'ai collé six petites lamelles de platine de $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, de 2^{mm} de largeur.

» Sur chaque lamelle-platine, j'ai disposé deux des lames d'un même échantillon, en les faisant mordre l'une sur l'autre, de façon à avoir au milieu deux épaisseurs. En travers, au milieu et perpendiculaire aux deux premières, j'ai disposé la troisième lame. Cette disposition me permettait d'avoir au centre de figure trois épaisseurs, soit $1^{mm},35$: de chaque côté du centre, deux épaisseurs, soit $\frac{9}{10}$ de millimètre, et aux quatre extrémités une seule épaisseur, soit $\frac{45}{100}$.

» Cet ensemble a été placé sur un châssis en bois qui renfermait la plaque photographique. Le tout était recouvert d'un papier noir, pour empêcher l'action directe de la lumière émise par le tube de Crookes et de la lumière diffuse de la pièce sur les

verres mis en expérience. Les échantillons de verre avaient eux-mêmes été maintenus dans l'obscurité pendant deux jours.

» Le tube de Crookes était placé, sa paroi à 20^{cm} de la surface du châssis. Le courant qui passait dans la bobine d'induction était fourni par trois accumulateurs ; un ampère-mètre, placé dans le circuit, indiquait 5 ampères.

» Durée de l'expérience, soixante minutes.

» Le tube de Crookes était enveloppé extérieurement, jusqu'au niveau du plan passant par la surface de la cathode, d'un papier d'étain, dispositif de M. Hurmuzescu, ayant pour but d'augmenter le rendement du tube.

» Les six échantillons mis en expérience étaient les suivants :

Fluorescence	(vert d'eau)	A, verre à base de soude, de potasse et de chaux.
»	(bleu)	B, cristal.
»	(vert d'eau clair)	C, verre ternaire à base de soude, de potasse et de chaux.
»	(vert jaune)	D, verre allemand.
		E, verre urane couleur claire.
		F, verre urane couleur très foncée.

» Le cliché développé permet de constater que :

» 1° Les trois verres A, C, D sont les plus perméables aux rayons de Röntgen, et cette perméabilité est très grande ;

» 2° Le cristal est réfractaire ;

» 3° Les deux échantillons verre urane se sont laissé traverser plus difficilement que les trois verres A, C, D ;

» 4° Le verre urane le plus foncé a été plus réfractaire que le verre urane de teinte claire.

» L'opacité du cristal s'explique facilement par la présence du plomb. Le peu de transparence des échantillons d'urane ne s'explique guère qu'en admettant la présence de matières étrangères, l'arsenic peut-être.

» On pourrait aussi trouver, dans ces résultats, une explication à cette remarque, qui a été déjà faite, que les verres à fluorescence bleue ne donnent pas de rayons de Röntgen ou en donnent peu. Ce pourrait être la paroi qui s'opposerait au passage de ces rayons. Le siège d'émission des rayons de Röntgen serait alors à l'intérieur du tube. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons de Röntgen*. Note de MM. **Ch. Girard** et **F. Bordas**, communiquée par M. d'Arsonval.

« Poursuivant nos expériences sur l'application des rayons de Röntgen à la détermination de certains produits entrant dans la composition des engins

explosifs, nous avons été conduits à enregistrer quelques points intéressants relatifs à l'origine de ces rayons.

» Nous avons placé un tube de Crookes, ayant la forme d'une poire, au centre d'une caisse rectangulaire en bois, entièrement recouverte de plomb. (Les dimensions de la caisse étaient telles que le tube de Crookes, placé au centre de la caisse, se trouvait à peu près à égale distance de toutes les faces.)

» Sur chaque paroi et vers la partie médiane, nous avons pratiqué un orifice circulaire de 2^{cm} de diamètre. Les clichés fournis par les parties latérales du tube de Crookes représentaient l'image du tube, avec deux zones circulaires correspondant à l'anode et à la cathode.

» Si, au lieu d'un diaphragme circulaire, on pratique un orifice en forme d'étoile, on obtient, sur la plaque, une image double de l'étoile.

» Enfin, si l'on place une lame de plomb dans la caisse, de telle façon qu'on intercepte les rayons émanant, soit de l'anode soit de la cathode, on obtient un seul cercle sur le cliché.

» Les épreuves produites par la partie inférieure du tube de Crookes offrent le maximum d'intensité au point de vue photographique.

» De ce qui précède, il semble résulter que les rayons de Röntgen émanent de l'anode et de la cathode, et que la fluorescence produite sur la paroi du tube de Crookes n'agit que faiblement sur les plaques sensibles. »

PHYSIQUE. — *Sur la technique de la photographie par les rayons* X. Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, communiquée par M. d'Arsonval.

« Nous avons indiqué déjà, et démontré par les épreuves que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie, l'augmentation de netteté qui résulte de l'emploi d'un diaphragme pour la photographie par les rayons X. Or, il est utile, si l'on veut éviter des tâtonnements et des mécomptes, de connaître avec exactitude la région du tube de Crookes qui fournit en plus grande quantité les rayons utiles et en face de laquelle le diaphragme doit être placé. Nous avons employé, à cet effet, un procédé très simple qui donne, par une simple expérience, des renseignements exacts sur la valeur relative des divers points du tube employé.

» Ce procédé consiste à former un faisceau cylindrique de tubes métalliques d'une longueur de 2^{cm} à 3^{cm} et accolés les uns aux autres, à fixer ce faisceau dans une armature circulaire pratiquée dans une lame métallique assez épaisse pour être absolument opaque et à placer le tube de Crookes immédiatement au-dessus des tubes de cuivre que l'on fait d'autre part reposer sur une plaque sensible recouverte de plusieurs feuilles de papier aiguille. On met le tube en activité pendant un certain temps (trente

secondes dans nos expériences), puis on développe à la manière ordinaire. On obtient ainsi, à travers chacun des tubes de cuivre, une impression en rapport avec la valeur de la région correspondante du tube de Crookes, et la juxtaposition des impressions ainsi produites permet de juger facilement de la valeur relative des diverses régions du tube de Crookes.

» En examinant les épreuves positives jointes à cette Note et obtenues avec les trois tubes de Crookes que nous avons à notre disposition, on voit immédiatement que l'un d'eux (n° 2) est le meilleur des trois, que le n° 1 lui est très inférieur et que le n° 3 est le moins bon. Or ces trois tubes sont loin de présenter, au point de vue de la phosphorescence, des différences d'intensité lumineuse comparable à celles que les épreuves I, II et III mettent en évidence quant à l'émission des rayons X. Sans doute, pour un même tube, la quantité de rayons X émis par une région est d'autant plus grande que cette région est plus lumineuse, mais la quantité absolue des rayons X émis n'est pas en rapport direct avec l'intensité lumineuse de la région.

» De la comparaison de l'aspect de nos tubes avec les épreuves, il résulte que :

» Les tubes de Crookes peuvent avoir des valeurs très différentes que l'on ne peut pas reconnaître à la vue;

» Les rayons X sont surtout émis par les régions dont l'aspect est jaune verdâtre trouble. Il existe dans nos tubes, en face de la cathode, une région obscure qui est la base d'un cône dont le sommet est une saillie située au centre de la cathode, région d'où n'émanent que très peu de rayons X; c'est le centre de cette région obscure qui a toujours été sensiblement placé en face des centres du faisceau de tubes. Le tube n° 3 est à peu près également lumineux tout autour de cette région obscure, tandis que le n° 1 et surtout le n° 2 présentent, en un point de la périphérie de l'espace obscur, une région d'aspect plus trouble d'où les rayons X émanent en plus grande quantité. Cette région plus lumineuse se déplace quand on agit sur les rayons cathodiques intérieurs avec un aimant, mais conserve toujours la même position par rapport à l'électrode; elle paraît donc due, non à un état moléculaire particulier du verre, mais à une excitation plus énergique par la cathode. De là l'utilité qu'il y aura, ainsi que l'a prévu M. Poincaré dès la découverte de M. Röntgen, à employer des électrodes concaves.

» Nos épreuves montrent encore que, du moins avec nos tubes, il n'y a pas avantage, pour augmenter la netteté sans diminuer l'intensité du faisceau actif, à augmenter au delà d'une certaine valeur la distance du tube de Crookes à la plaque, tout en faisant croître le diamètre du diaphragme. Lorsque, en effet, le diaphragme a atteint un certain diamètre, il laisse à découvert des régions peu actives et l'augmentation de distance s'accompagne alors d'une notable diminution de l'intensité du faisceau utile.

» Il sera avantageux, par contre, si l'on veut utiliser toute la région la plus active, de faire usage d'une sorte de diaphragme irien construit de telle sorte que l'on puisse donner à son ouverture une forme identique à celle de la portion la plus active du tube employé.

» En diminuant la distance du tube de Crookes à la plaque sensible, on augmente, il est vrai, pour un même objet à photographier, l'obliquité des rayons qui rasent les contours de l'objet, ce qui augmente la longueur des ombres dont la photographie se compose et peut faire craindre une intensité trop faible des rayons obliques qui donnent ces ombres. Mais, d'une part, nous nous sommes assurés, par des expériences directes, que la région utile du tube de Crookes envoie des rayons X d'intensités sensiblement égales, suivant toutes des directions qui ne font pas avec la normale un angle supérieur à 35° ou 40°; d'autre part, dans les applications médicales, on diminuera la longueur des ombres, lorsqu'on photographiera une région épaisse, en se servant, non plus de plaques en verre, mais de pellicules flexibles ou de papier sensible avec lesquels on entourera partiellement le membre exploré.

» Nous ajouterons encore que nos tubes paraissent s'améliorer à l'usage et que le tube n° 2, en particulier, présente depuis quelques jours, pendant qu'il fonctionne et dans la région la plus active, une teinte brun jaunâtre qui nous paraît caractéristique de l'intensité d'émission des rayons X (1). »

M. d'Arsonval ajoute les remarques suivantes :

« L'ampoule de Crookes est très rapidement perforée, lorsqu'on emploie des courants intenses, au niveau du point où les rayons cathodiques frappent le verre, par suite de l'échauffement intense qui en résulte. J'évite cet inconvénient en plongeant cette partie de l'ampoule dans une capsule en celluloïd remplie d'eau. Le tout est très transparent pour les rayons X. En employant la haute fréquence et une ampoule très allongée, on n'a plus besoin d'électrodes : la capsule pleine d'eau sert d'électrode inférieure; on constitue l'électrode supérieure en coiffant le haut de l'ampoule d'un manchon de caoutchouc également rempli d'eau. Dans ces conditions, l'ampoule ne contenant aucun corps métallique, ses parois ne se colorent pas et l'on peut pousser le courant sans aucun risque. Par ces dispositions, on arrive facilement à préserver l'appareil et à décupler sa puissance. »

---

(1) Nous avons obtenu, avec le tube n° 2, des photographies de poignet et de coude, chez l'enfant et chez l'adulte, d'une netteté comparable à celle des photographies de main que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans la séance du 17 février dernier.

PHYSIQUE. — *Sur les centres d'émission des rayons X*. Note du Prince **B. Galitzine** et de M. **de Karnojitzky**, présentée par M. L. Cailletet. (Extrait.)

« Une plaque de bois est divisée en carrés de 1^{cm} de côté; à chaque angle de ces carrés, on introduit de petits clous de même hauteur. Cette planche est placée sur une plaque photographique, contenue dans une enveloppe imperméable à la lumière ordinaire. Au-dessus des clous on dispose, à une très petite distance, des tubes de Crookes de formes diverses, en traçant sur la planche de bois les contours du tube au moyen d'un fil de plomb.

» L'examen des épreuves ainsi obtenues permet de formuler les conclusions suivantes :

» 1° La surface d'émission est très petite;

» 2° Le centre d'émission ne correspond pas à la surface du tube, mais se trouve à l'intérieur, à une distance de quelques millimètres de la paroi;

» 3° Il est fort possible que, outre le centre d'émission, qui correspond à la cathode, il y en ait un autre qui dérive de l'anode. »

PHYSIQUE. — *Sur la direction des rayons X*. Note de M. **Abel Buguet**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les épreuves qui accompagnent cette Note ont été obtenues à l'aide de plaques photographiques couvertes de papier noir et d'une lame de liège dans laquelle sont piqués des clous de 2^{cm}. La plaque est à 6^{cm}, parallèle à un tube de Crookes cylindrique portant une électrode à un bout, tandis que la seconde s'épanouit à l'intérieur, près de l'autre extrémité.

» La première épreuve a été obtenue lorsque l'électrode terminale faisait fonction de cathode. La fluorescence était vive autour de la cathode, bien moindre au delà de l'anode. Chaque clou a porté une ou plusieurs ombres, dont les directions montrent que les rayons X ne viennent pas de l'anode, mais des régions fluorescentes.

» L'anode était à l'autre bout, lorsque les deux dernières images ont été obtenues; la fluorescence se voyait surtout au milieu du tube. C'est là que convergent les plus fortes pénombres dans l'épreuve.

» Pour obtenir la troisième image, on a diaphragmé à l'aide de lames de verre épaisses, de façon à ne laisser découvert que le milieu fluorescent du tube. Toutes les ombres y convergent.

» D'autres études du flux des rayons X, pour des distances croissantes de la plaque au tube, à partir du contact, ont donné les mêmes résultats, d'accord avec l'opinion de M. Röntgen : que les rayons X n'émanent pas directement des électrodes. »

» Accidentellement on observe sur les plaques les images de Trouvelot, lorsque des étincelles jaillissent des rhéophores vers les enveloppes de la plaque, ce qui est très fréquent lorsque plaque et tube sont très rapprochés. »

PHOTOGRAPHIE. — *Photographie en couleurs; substitution de couleurs organiques à l'argent réduit des épreuves photographiques.* Note de M. **Georges-Adolphe Richard**, présentée par M. H. Becquerel.

« Les essais tentés jusqu'à ce jour pour obtenir *par synthèse* des épreuves positives durables ne semblent pas avoir conduit à une méthode pleinement satisfaisante. Autant il est facile d'avoir les trois négatifs (Ducos du Hauron) correspondant à chacun des monochromes élémentaires, jaune, rouge et bleu, du sujet, autant il est difficile d'obtenir avec ces trois négatifs un positif sur verre irréprochable, dont les couleurs soient pures et fixes.

» MM. Lumière, dans une récente Communication à la Société française de Photographie et intitulée *La Photographie des couleurs, ses méthodes et ses résultats,* ont exposé l'état actuel de la question. Après avoir rappelé la découverte mémorable de M. Lippmann qui a conduit à la méthode directe, MM. Lumière ont relaté les essais très complets qu'ils ont faits par la méthode indirecte. D'après ces auteurs, cette dernière méthode n'a pas encore donné des épreuves positives parfaites au point de vue de la stabilité des teintes.

» Les recherches que nous venons d'entreprendre nous-même, dans une voie toute nouvelle, nous ont amené à une conclusion différente. La substitution des couleurs à l'argent réduit nous a permis d'obtenir des épreuves fixes, à tons purs et identiques à ceux du modèle.

» Voici comment nous procédons :

» Nous faisons la sélection des trois couleurs élémentaires d'après le procédé Ducos du Hauron; nous avons ainsi trois négatifs, dont nous tirons les contretypes sur trois supports différents, émulsionnés au gélatino-bromure. Ces épreuves nous donnent en noir les intensités relatives des rouges, des jaunes et des bleus du sujet. Puis nous substituons à l'argent réduit, contenu dans la gélatine de ces positifs ordinaires, une matière colorante organique, rouge pour l'un d'eux, jaune pour l'autre et bleu pour le troisième. La superposition de ces trois monochromes donne toutes les finesses de tons du sujet.

» La substitution d'une couleur organique à l'argent réduit peut être réalisée :

» 1° Par la transformation chimique du dépôt argentique en un sel capable de fixer ou de précipiter la couleur que l'on veut employer : le positif ainsi mordancé ne retient la couleur qu'aux endroits antérieurement noirs, et cela proportionnellement à l'intensité de ces noirs ;

» 2° Par la transformation de l'argent en un sel capable de réagir sur les dérivés de la houille, pour former ainsi sur place des couleurs organiques artificielles.

» Ces deux modes de substitution, où les réactions chimiques contribuent seules au résultat, n'ont rien de commun avec les procédés employés jusqu'à ce jour, puisque la lumière n'intervient pas dans la formation ou la fixation de la couleur.

» Les clichés positifs sont faits sur plaques et pellicules au gélatinobromure, que l'on trouve partout dans le commerce : l'obtention de ces épreuves ne nécessite donc aucune indication particulière. Disons, toutefois, que l'une d'elles est faite sur pellicule et que les deux autres sont faites sur verre. L'une de ces dernières doit reproduire l'image inversée du sujet, de façon que les deux clichés sur verre soient superposables lorsque leurs surfaces gélatinées sont mises en regard. Le positif sur pellicule est destiné à être placé entre les deux autres.

» Le repérage ne présente aucune difficulté ; l'indépendance des monochromes le rend des plus simples et permet en outre d'apprécier la valeur de chacun des clichés avant de passer à leur coloration, facilité qui n'existait pas dans les procédés employés antérieurement. Ainsi, dans la méthode par les trois couchages successifs sur un même support, il est rarement possible de tirer parti d'une épreuve dans laquelle domine une des couleurs élémentaires. Supposons que l'un des monochromes qui se trouvent en dessous ne soit pas à sa valeur, ce dont on ne s'apercevra qu'après l'achèvement du troisième monochrome : l'ensemble est inutilisable et l'on n'a plus d'autre ressource que de recommencer la série des opérations. Au contraire, nous avons toute latitude pour modifier ou changer nos épreuves colorées, puisqu'elles ont toutes trois un support particulier.

» Notre méthode nous paraît avoir, sur les bichromatages successifs employés d'abord par MM. Lumière, l'avantage de ne nécessiter aucune préparation spéciale de la gélatine : on fait usage de plaques et de pellicules du commerce. Elle n'a pas l'inconvénient du procédé au diazosulfite

de fer, auquel ils ont depuis eu recours : les couleurs de nos épreuves sont d'une stabilité absolue, tandis que les images au diazosulfite sont mal fixées et ne se conservent pas. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde d'azote et de l'air sur le chlorure de bismuth.* Note de M. **V. Thomas**, présentée par M. Troost.

« L'action du peroxyde d'azote a été mentionnée par M. Besson comme donnant, à froid, un composé contenant des vapeurs nitreuses et décomposable par l'eau [1].

» Du trichlorure de bismuth, préparé par l'action du chlore sur le bismuth légèrement chauffé, a été recueilli dans un flacon soigneusement desséché. On y faisait le vide pendant un certain temps pour débarrasser le chlorure de bismuth de l'excès de chlore qu'il pouvait contenir. Ensuite, un poids déterminé de substance fut placé dans une nacelle qu'on introduisait dans un tube de verre parcouru par un courant de peroxyde d'azote. Ce gaz provenait de la calcination d'azotate de plomb bien desséché et traversait, en outre, une longue colonne de chlorure de calcium renfermant une petite quantité de chaux vive. Dans ces conditions, en opérant à température ordinaire, après très peu de temps, le chlorure de bismuth se colore en jaune, en absorbant du peroxyde d'azote. Cette absorption est assez rapide pour pouvoir déterminer synthétiquement la formule du composé. Je rapporte ici mes résultats d'expériences :

	Matière.	Augmentation de poids après		Composition centésimale du corps correspondant à l'absorption maxima.
A.	1,629	6 heures	0,211	
		10 heures	0,227	$BiCl^3 = 88,28$
		14 heures	0,227	$AzO^2 = 11,72$
B.	1,245	8 heures	0,171	$BiCl^3 = 87,99$
		10 heures	0,171	$AzO^2 = 12,01$
C.	1,401	après absorption maxima		$BiCl^3 = 87,55$
			0,918	$AzO^2 = 12,45$

[1] Besson, *Bull. Soc. chim.*, t. I, année 1889.

» La formule $BiCl^3, AzO^2$ donne, pour 100, les nombres suivants :

$$BiCl^3 = 87,20,$$
$$AzO^2 = 12,80.$$

» Le corps ainsi obtenu est d'un beau jaune, s'altérant rapidement à l'air humide en perdant des vapeurs nitreuses, mais il est inaltérable à l'air sec et ne perd pas trace de gaz dans le vide. Mis au contact de l'eau, il dégage quelques bulles gazeuses; bientôt le dégagement cesse en même temps qu'il se forme des oxychlorures de bismuth. Il est probable que cette masse emprisonne en son sein une quantité de gaz assez notable pendant un temps suffisant pour permettre à celui-ci de se dissoudre à l'état d'acide azotique et d'acide azoteux. On peut, du reste, déceler facilement ces acides dans la liqueur. Ce corps réagit sur les matières organiques, mais son action semble être fort complexe.

» Toute différente est l'action exercée par le peroxyde d'azote à température plus élevée. Ce gaz reprend ici son caractère oxydant et Muir [1] a montré que le chlorure de bismuth était transformé facilement en oxychlorure. En opérant à la température de fusion du chlorure de bismuth, il a obtenu une poudre jaune rougeâtre très bien cristallisée et qu'il est très facile de reproduire. Il la considère comme identique au corps obtenu en chauffant du chlorure de bismuth à l'air.

» J'ai repris ces expériences et me suis placé dans des conditions analogues à celles où il avait lui-même opéré.

» L'oxychlorure qui se forme toujours, soit par l'action de l'air, soit par l'action de l'hypoazotide, est le même que celui qui se forme par l'action de l'eau (en quantité suffisante) sur le trichlorure; c'est $BiOCl$. Muir a assigné à ce composé la formule

$$Bi^3Cl^3O^2,$$

ou *plus exactement la formule*

$$Bi^nCl^nO^{n-1},$$

où n peut prendre toutes les valeurs depuis $n = 3$ jusqu'à $n = 7$. Il ne s'est pas aperçu sans doute que les analyses qu'il donne concordent bien mieux avec la formule $BiOCl$ qu'avec celles qu'il propose (tout au moins pour le corps obtenu à l'air).

(1) MUIR, *Bull. Soc. chim. de Londres*, années 1876-77.

» Je rapporte ici les différentes analyses :

	D'après Muir (corps obtenu à l'air).		D'après l'auteur.		
Bi	80,73	81,09	80,14	80,21	80,07
Cl	13,39	13,51	13,30	13,49	13,57

» Le calcul des formules donne

$Bi^3Cl^3O^2$.	BiOCl.
81,98	80,17
13,86	13,66

» L'analyse du composé préparé par l'action de l'hypoazotide m'a donné

Bi	80,17
Cl	13,47

» Les analyses ont été faites en traitant l'oxychlorure par un mélange d'azotate d'argent et d'acide azotique concentré. Le chlore est ainsi totalement précipité, le bismuth reste dissous. Il suffit ensuite dans la liqueur de le précipiter par l'ammoniaque en excès qui, dans ces conditions, ne précipite pas l'argent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les modifications apportées au grisoumètre et sur la limite d'approximation qu'il peut donner.* Note de M. **J. Coquillion**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente, comment j'avais pu déceler dans une atmosphère donnée $\frac{1}{10,000}$ de méthane ou grisou des mineurs; voici la disposition que j'ai adoptée définitivement et qui m'a paru la plus simple et la plus pratique :

» A la cloche centrale qui forme l'appareil primitif, fermée par un bouchon en caoutchouc muni de trois trous, dont deux contiennent des tiges en laiton supportant une spirale de platine et le troisième un tube gradué, il suffit de pratiquer dans le bouchon un quatrième trou donnant passage à un tube montant jusqu'en haut de la cloche et se recourbant au sortir du bouchon pour se rattacher, d'une part, à un petit réservoir reposant sur une terrine pleine d'eau, de l'autre, à un tube plongeant dans l'eau de la terrine; c'est par ce tube que le gaz rentrera ou sera expulsé. Quant au tube gradué, il porte à la suite des divisions une ampoule pour permettre la dilatation du gaz, il se continue, par une partie courbe reliée par un

caoutchouc, à un flacon élévateur ou abaisseur. Le gros bocal est remplacé par un manchon en verre où l'on établit une circulation d'eau. La manœuvre des robinets placés au-dessus de la cloche et sur le trajet du tube qui plonge dans l'eau, permet par l'élévation et l'abaissement du flacon, de remplir d'eau ou de gaz la cloche centrale ainsi que le tube qui monte au sommet. Quand tout est rempli de gaz jusqu'à une division déterminée, on ferme les robinets, on pose le flacon, et on attend que le niveau de l'eau soit bien fixe, ce qui arrive lorsque l'équilibre de température est établi.

» On doit s'assurer d'abord du temps nécessaire pour que le niveau de l'eau revienne au même point lorsqu'on a fait rougir le fil de platine; à cet effet, on introduit de l'air dans l'appareil, on fait rougir pendant vingt-cinq ou trente secondes, à deux reprises séparées par un intervalle d'une ou deux secondes, et on observe le temps que le gaz met à revenir au même point; c'est dix ou douze minutes en général. Je me suis servi d'une petite machine Gramme, que l'on fait tourner assez rapidement, de façon à arriver au rouge blanc.

» J'ai répété mes expériences sur le formène ou méthane, puis sur l'hydrogène et l'oxyde de carbone.

» *Formène ou méthane; hydrogène.* — J'ai dit comment j'avais opéré avec le premier de ces gaz, j'ai fait de même pour l'hydrogène, j'en ai transvasé 10^{cc} dans 990^{cc} d'air, j'ai pris à nouveau 10^{cc} du mélange que j'ai transvasé dans un nouveau bocal contenant environ 990^{cc} d'air. Ce dernier mélange est donc au 10 000^e. Il a été introduit dans le grisoumètre; j'ai fait rougir à blanc le fil de platine, et, au bout de dix à douze minutes, le niveau de l'eau avait dépassé de plusieurs millimètres le niveau primitif, un peu moins dans le cas de l'hydrogène que dans le cas du formène, ce qui est conforme à la théorie.

» *Oxyde de carbone.* — En essayant de déceler $\frac{1}{10,000}$ de ce gaz dans l'air, le volume gazeux n'a guère dépassé le niveau primitif; mais, en introduisant 5^{cc} de ce gaz dans un litre d'air et faisant passer ce mélange dans le grisoumètre, j'ai obtenu une diminution de volume très apparente. En donnant des dimensions différentes aux deux parties de l'appareil, cloche centrale et tube gradué, on arriverait sans doute à déceler ces petites quantités.

» En résumé, pour de petites proportions de gaz combustibles, l'appareil est d'une grande exactitude. Toutes les pièces sont faciles à remplacer. Quant à la graduation, on peut la vérifier, en introduisant dans l'appareil un mélange connu, le soumettant à l'action du fil et observant la diminution de volume, ou, comme l'a fait M. Gréhant, en remplissant d'eau l'appareil et la laissant écouler dans une éprouvette graduée. Si l'on veut se contenter d'une approximation de $\frac{1}{1000}$, on l'obtiendra à un dixième près. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de l'argon dans les gaz de la vessie natatoire des Poissons et des Physalies.* Note de MM. **Th. Schlœsing fils** et **Jules Richard**, présentée par M. Duclaux.

« Au cours de la dernière campagne effectuée dans l'Atlantique par la *Princesse-Alice,* l'un de nous a recueilli des gaz provenant de la vessie natatoire de Physalies et de Poissons habitant à diverses profondeurs ([1]). Il a dosé, dans un assez grand nombre d'échantillons, l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote et obtenu, en moyenne, des résultats tels que les suivants :

Profondeurs auxquelles les animaux ont été pris.	*Polyprion Cernium* V. Surface.	*Physalies.* Surface.	*Murœna helena* L. 88m.	*Synaphobranchus pinnatus* Gr. 900m.	1385m.	
Acide carbonique...	2,2	0,0	6,4	3,1	0,0	3,6
Oxygène..........	18,8	12,2	73,1	75,1	78,4	84,6
Azote............	79,0	87,8	20,5	21,8	21,6	11,8

» A propos de ces chiffres, nous ferons seulement remarquer l'abondance de l'oxygène dans la vessie natatoire de Poissons tirés des profondeurs. Il n'est pas certain qu'elle s'observerait dans les conditions normales de leur existence. Elle peut tenir à ce que, durant l'ascension des nasses, ascension qui se faisait à raison de 1000m par heure, de l'oxygène a été abandonné par l'hémoglobine sous l'influence de la décompression.

» Notre but aujourd'hui est surtout de présenter les résultats que nous a fournis le dosage de l'argon dans les gaz des vessies natatoires.

» Nous disposions de trois échantillons, dont voici la provenance et la composition en acide carbonique, oxygène et azote ([2]) :

	Physalies prises à la surface de la mer.	Murènes prises à 88m de profondeur.	*Synaphobranchus* pris à 1385m de profondeur.
Acide carbonique pour 100..........	1,7	7,1	6,1
Oxygène..........................	15,1	85,7	79,6
Azote (et argon)..................	83,2	7,2	14,3

([1]) *Comptes rendus,* 1er avril 1895, et *Bulletin du Muséum,* séance du 28 janvier 1896.

([2]) Sur l'un des échantillons, le troisième, a été exécutée une analyse eudiométrique qui a montré l'absence de tout gaz combustible.

» Après absorption de l'acide carbonique et de l'oxygène, il nous est resté les quantités de gaz suivantes :

	Physalies.	Murènes.	*Synaphobranchus.*
A 0° et 760mm.....	410cc,3	19cc,4	27cc,8

quantités sur lesquelles nous avons entrepris le dosage de l'argon suivant un procédé précédemment décrit (¹). Nous avons obtenu 4cc,83, 0cc,36 et 0cc,54 de résidus gazeux non absorbables par le magnésium au rouge et ne s'unissant pas à l'oxygène sous l'influence de l'étincelle d'une bobine Ruhmkorff en présence de potasse. Introduits à la pression de quelques millimètres de mercure dans des tubes de Plücker, ces résidus ont fourni des spectres où se reconnaissaient manifestement les raies de l'argon; nous n'y avons pas aperçu celles de l'hélium. Nous les considérons comme consistant essentiellement en argon. Rapportons leurs volumes à ceux des gaz traités; nous avons :

	Physalies.	Murènes.	*Synaphobranchus.*
$\frac{\text{argon}}{\text{azote} + \text{argon}}$	$\frac{4^{cc},83}{410,3} = 1,18\ \%$	$\frac{0^{cc},36}{19^{cc},4} = 1,85\ \%$	$\frac{0^{cc},54}{27^{cc},8} = 1,94\ \%$

» Dans l'air normal, on trouve par le même procédé de dosage, sans correction, 1vol,184 d'argon pour 100 volumes du mélange d'azote et d'argon.

» Les taux pour 100 de 1,85 et 1,94 ont été obtenus avec des quantités de gaz si minimes, qu'on n'oserait dire qu'ils sont très exacts. Ils prouvent néanmoins que l'argon est présent dans l'organisme d'animaux vivant à des profondeurs qui dépassent 1300m et qu'il s'y rencontre en proportion à peu près de même ordre, par rapport à l'azote, que dans notre atmosphère. Il eût été intéressant d'examiner, au point de vue de la teneur en argon, les gaz dissous dans l'eau (²), constituant le milieu ambiant pour ces animaux, en même temps que les gaz des vessies natatoires. C'est une étude sur laquelle il sera peut-être possible de revenir ultérieurement.

» Quant au taux de 1,18 pour 100, présenté par des Physalies prises à la surface de l'eau, il peut être considéré comme exactement déterminé. Il est, on le voit, à très peu près identique au taux de l'argon dans l'air normal.

» La vessie natatoire des Physalies est, comme on sait, pourvue d'un orifice qui est susceptible de se fermer et de s'ouvrir, et sur le rôle duquel on n'est pas bien fixé. Laisse-il entrer l'air extérieur? L'identité que nous

---

(¹) *Comptes rendus*, 14 octobre 1895.

(²) MM. Troost et Ouvrard ont déjà constaté la présence de l'argon, et aussi de traces d'hélium, dans les gaz dissous par l'eau de mer de la surface (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 799).

trouvons, pour le rapport de l'argon à l'azote, entre les gaz internes de la vessie et l'air normal, n'exige pas qu'on réponde à la question par l'affirmative. Elle s'accorde soit avec la pénétration directe de l'air extérieur par l'orifice dont il s'agit, soit avec la diffusion de l'azote et de l'argon, traversant divers organes pour parvenir à la vessie, l'ensemble de ces organes laissant passer l'argon et l'azote de telle manière que le rapport qu'ils offrent dans l'air originel ne soit pas finalement altéré; dans le second cas, si l'argon et l'azote se retrouvent avec ce même rapport, c'est vraisemblablement qu'ils ne prennent part à aucune action chimique dans l'organisme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude thermochimique des amides et des sels ammoniacaux de quelques acides chlorés.* Note de M. **Paul Rivals**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai déterminé les chaleurs de combustion des amides chloracétique, trichloracétique et ortho-chlorobenzoïque. J'ai mesuré, d'autre part, les chaleurs de neutralisation par l'ammoniaque des acides chloracétique, trichloracétique, benzoïque et chlorobenzoïque. J'ai essayé vainement d'obtenir purs et exempts d'eau les sels ammoniacaux de ces acides; il eût été intéressant de comparer les chaleurs de formation de ces sels à celles des amides correspondants.

» *Chaleurs de neutralisation.* — J'ai trouvé :

			Cal
Ac. monochloracétique	dissous [2L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+12,7
Ac. trichloracétique	dissous [4L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+13,1
Ac. benzoïque	dissous [60L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+12,1
Ac. chlorobenzoïque	dissous [100L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+13,1

» Ces nombres confirment les résultats obtenus en neutralisant ces mêmes acides par la potasse ou par la soude : la chaleur de neutralisation par l'ammoniaque est la même pour l'acide benzoïque et pour l'acide acétique; la substitution du chlore dans ces deux acides a pour conséquence un accroissement notable de la chaleur de neutralisation.

» *Chaleurs de formation des amides chlorés.* — Les amides chloracétique, trichloracétique et orthochlorobenzoïque ont été brûlés dans la bombe calorimétrique en présence d'une solution d'acide arsénieux. J'ai dû faciliter la combustion des amides acétiques chlorés par l'addition à la substance d'un poids connu de camphre.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

1gr de chloracétamide dégage en brûlant	+ 2599
1gr de trichloracétamide dégage en brûlant	+ 1020
1gr de benzamide chloré » »	+ 5200

» De ces nombres, je déduis les chaleurs de combustion moléculaires et les chaleurs de formation à partir des éléments des amides chlorés :

	Chaleur de combustion à volume constant.	Chaleur de combustion à pression constante.	Chaleur de formation à partir des éléments.
	Cal	Cal	Cal
Chloracétamide	+ 243	+ 242,9	+ 88,6
Trichloracétamide	+ 165,9	+ 165,2	+ 107,1
Benzamide chloré	+ 808,6	+ 808,5	+ 63,5

» Si l'on compare les chaleurs de formation (à partir des éléments) de ces amides à celles des sels ammoniacaux dissous, on obtient les différences suivantes :

Chloracétate d'ammoniaque dissous	$+157^{Cal},3 = 88,6 + 68^{Cal},7$
Trichloracétate d'ammoniaque dissous	$+181,7 = 107,1 + 74,6$
Chlorobenzoate » »	$+130,9 = 63,5 + 67,4$

» Ces différences sont très voisines de la chaleur de formation de l'eau ($+69^{Cal}$) mise en liberté dans le dédoublement du sel ammoniacal; il résulte de ces nombres que le monochloracétate et le chlorobenzoate d'ammoniaque seraient particulièrement instables; en fait, ces deux sels n'ont pas encore été obtenus.

» Calculons maintenant la chaleur dégagée par la formation des amides chlorés à partir de l'acide solide et de l'ammoniaque gazeuse. Nous trouvons :

$C^2H^3ClO^2$ sol. + AzH^3 gaz = C^2H^2ClO, AzH^2 sol. + H^2O liq.	$+19^{Cal},5$
$C^2Cl^3O^2H$ sol. + AzH^3 gaz = C^2Cl^3O, AzH^2 sol. + H^2O liq.	$+19,2$
$C^2H^5ClO^2$ sol. + AzH^3 gaz = C^2H^4ClO, AzH^2 sol. + H^2O liq.	$+17,3$

» Les mêmes réactions donnent, pour la formation de l'acétamide et du benzamide à partir des acides solides, des dégagements de chaleur de 12^{Cal} (MM. Berthelot et Fogh), tandis que la formation du formamide correspond à un dégagement de chaleur de $17^{Cal},9$, et celle de l'oxamide, à 46^{Cal}, soit $23^{Cal} \times 2$. Ainsi l'étude thermique de la formation des amides chlorés,

comme celle de la formation des sels des acides chlorés, conduit à différencier les acides acétiques chlorés et l'acide chlorobenzoïque des acides acétique et benzoïque, et à les rapprocher des acides formique et oxalique, c'est-à-dire des acides forts. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la détermination de l'acidité des produits pyroligneux*. Note de M. **Scheurer-Kestner**, présentée par M. Friedel.

« L'acide pyroligneux brut, provenant de la distillation des bois durs en vase clos, renferme essentiellement de l'acide acétique; mais cet acide y est accompagné d'un grand nombre de corps, dont la composition n'a été déterminée qu'en partie.

» Il s'y rencontre, notamment, des éthers composés, dont le radical acide est l'acétyle, ainsi que des phénols.

» On a l'habitude, pour doser l'acide acétique dans l'acide pyroligneux brut, de se servir d'une solution alcaline titrée; mais comme il importe, non seulement de connaître la quantité d'acide acétique tout formé qui existe dans l'acide brut, mais aussi la quantité d'acide acétique que les opérations ultérieures dégageront des éthers composés, comme l'acétate de méthyle, par exemple, le dosage par liqueurs titrées est insuffisant, à moins d'opérer de manière à faire rentrer dans le titre trouvé l'acide à provenir des éthers.

» Il est nécessaire aussi, dans cette analyse, de se mettre à l'abri des influences troublantes des phénols, qui agissent très souvent sur la liqueur sodique et sur l'indicateur coloré de manière à fausser la titration.

» On se trouve donc en présence de deux causes d'erreurs, mais qui agissent en sens contraire; c'est pour cette raison, sans doute, que jusqu'à présent on n'a pas été frappé, autant qu'elles le méritaient, des inexactitudes de la titration directe.

» L'acétate de méthyle, qui se trouve dans l'acide brut en quantités importantes, résiste à l'action de la soude titrée surtout.

» Cependant les chimistes, qui s'occupent de ces produits, ont remarqué qu'en partant du titre de l'acide pyroligneux brut, on ne retrouve pas dans les produits fabriqués et, dans les résidus abandonnés, les quantités d'acide acétique constatées par la titration de l'acide brut.

» Cette méthode d'analyse donne toujours un titre exagéré. L'influence des phénols sur la liqueur titrée l'emporte toujours sur l'influence con-

traire de l'acétate de méthyle, masquant l'acide auquel il donnera naissance.

» Les expériences auxquelles j'ai procédé, dans le but d'éclaircir cette question, me semblent décisives.

» De l'acide pyroligneux brut a été titré directement au moyen d'une solution de soude caustique et en se servant comme indicateur de la phénolphtaléine. Le même acide, additionné d'un excès de soude titrée et bouilli pendant quelques heures en sa présence, a donné un titre bien plus élevé, par suite de la décomposition de l'acétate de méthyle et, peut-être, d'autres éthers-acides. La différence entre les deux titres permet de calculer la proportion d'acétate de méthyle contenu dans l'acide brut soumis à l'analyse. Cette proportion, déterminée sur des échantillons moyens représentant de grandes quantités d'acide brut a varié de 15 à 17 pour 100, c'est-à-dire que 15 à 17 pour 100 de l'acide acétique total contenu dans l'acide brut s'y trouvaient à l'état d'acétate de méthyle. Comme on voit, ces quantités ne sont pas négligeables.

» Quant aux phénols, leur influence sur la liqueur titrée est connue; néanmoins, l'expérience suivante est de nature à la mettre en lumière dans le cas spécial.

» De l'acide pyroligneux brut, limpide, a été renfermé dans un flacon bouché où il est resté pendant trente jours. Le fond du flacon s'est tapissé d'une couche huileuse à caractères phénoliques, rougissant le papier de tournesol. Le liquide a été titré, avant et après son séjour dans le flacon; on a reconnu une différence de 8 pour 100 entre les deux titres. Mais le liquide même, après ces trente jours de repos, renfermait encore de fortes quantités de phénols, restés en dissolution grâce à la présence des alcools et des éthers au sein du liquide acide.

» Pour se mettre à l'abri de ces deux causes d'erreurs, il faut à la fois séparer du liquide brut les phénols qu'il renferme, et décomposer son acétate de méthyle avant de procéder à la titration. On y arrive facilement en opérant de la manière suivante.

» On distille l'acide brut en présence d'acide phosphorique, pour que le produit distillé soit exempt des deux sources d'erreurs. L'acide phosphorique retient les phénols dans la cornue et décompose l'acétate de méthyle. Le liquide distillé est alors des plus faciles à titrer.

» On obtient, ainsi, des nombres qui sont toujours inférieurs aux nombres trouvés par la titration directe. La différence varie suivant que l'acide brut est plus ou moins chargé de phénols ou d'acétate de méthyle. Un échantillon moyen d'acide pyroligneux brut représentant plusieurs centaines de mille kilogrammes a donné une différence de 10,5 pour 100 entre les deux titres.

» On emploie 20^{gr} d'acide brut, qu'on additionne de 50^{gr} d'acide phosphorique à 15° Baumé; le mélange est introduit dans une cornue de verre, chauffée par une flamme Bunsen. On pousse la distillation jusqu'à ce qu'il ne reste plus que peu de liquide dans la cornue et l'on y ajoute, à deux reprises, 20^{cc} d'eau que l'on redistille. A la troisième reprise, l'opération est ordinairement achevée, ce qu'on reconnaît à ce que les gouttes

qui tombent du réfrigérant n'agissent plus d'une manière immédiate sur le papier de tournesol bleui. On réunit ces liquides, qu'on titre avec de la soude caustique, en se servant, comme indicateur, de tournesol ou de phénolphtaléine dont l'emploi donne des résultats plus nets.

» En résumé, des échantillons d'acide pyroligneux brut, que j'ai étudiés et qui représentaient un produit industriel, renfermaient jusqu'à 17 pour 100 de leur acide acétique total, sous forme d'acétate de méthyle, et une quantité de composés phénoliques dont les propriétés acides étaient supérieures à celles des quantités d'acide acétique correspondant aux 17 pour 100 d'acétate de méthyle.

» La titration directe de l'acide pyroligneux brut par une liqueur alcaline donne des résultats exagérés, dont l'exagération a atteint 10,5 pour 100, dans un échantillon industriel moyen, mais peut dépasser cette proportion dans des acides bruts très chargés de composés phénoliques.

» Le procédé à l'acide phosphorique s'applique au dosage de l'acide acétique dans le pyrolignite de fer et de l'acétate d'alumine. J'emploie, à cet effet, 20^{gr} du sel et 50^{gr} d'acide phosphorique, en prenant les mêmes précautions pour la distillation. Ce n'est, du reste, qu'une extension du procédé de M. Frésénius, qui a recommandé l'emploi de l'acide phosphorique dans l'analyse de l'acétate de chaux, parce que son emploi n'introduit pas d'acide minéral dans l'acide acétique obtenu, et dispense de l'y doser. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle série de sulfophosphures; les thiophosphites.* Note de M. **Ferrand**, présentée par M. Friedel.

« J'ai obtenu, en chauffant, suivant la méthode de M. Friedel, des mélanges de soufre, de phosphore rouge et des différents métaux, une série de composés correspondant à la formule générale $PS^3M'^3$, dont la formule de constitution serait, par analogie avec les composés oxygénés correspondants,

$$P(OM')^3, P(SM')^3.$$

» *Thiophosphite cuivreux :* $(PS^3)^2Cu^6$. — Ce sulfophosphure s'obtient assez facilement en chauffant le mélange des trois éléments en proportions correspondant à la formule, au rouge, pendant vingt heures, en vase clos. Il se présente sous la forme de cristaux brillants doués de l'éclat métallique, mais rouges quand on les regarde par transparence. Ils paraissent octaédriques. Assez stable, il se décompose, cependant, lentement à l'air humide.

» J'ai cherché, mais en vain, à préparer le composé cuivrique $(PS^3)^2Cu^3$.

» *Thiophosphite de fer :* $(PS^3)^2Fe^3$. — Pour préparer ce sulfophosphure, j'ai eu recours à l'action de la chaleur sur un mélange de sulfure de fer, de soufre et de phosphore. Il se présente sous la forme de petites lamelles cristallines noires, douées de l'éclat métallique et appartenant au système hexagonal. C'est un composé assez stable et qui résiste d'une manière assez marquée à l'action des acides et des alcalis.

» *Thiophosphite d'argent :* PS^3Ag^3. — Je n'ai pas pu obtenir ce composé à l'état cristallisé. Il se présente sous la forme d'une masse noire, vitreuse, mais qui diffère nettement du sulfure d'argent par sa résistance aux agents chimiques.

» *Thiophosphite de nickel :* $(PS^3)^2Ni^3$. — Je n'ai pas réussi à obtenir ce composé, mais j'ai pu préparer un sulfophosphure dont la formule PS^3Ni^3 est assez inattendue. On ne connaît pas, en effet, d'exemple d'une semblable combinaison. C'est un solide brun foncé, nettement cristallisé, mais peu stable à l'air humide; l'acide azotique ne l'attaque qu'assez difficilement.

» *Thiophosphite de chrome :* $(PS^3)^2Cr^3$. — On obtient très facilement ce thiophosphite en chauffant, pendant une vingtaine d'heures, un mélange des trois éléments en proportions correspondant à la formule. C'est une poudre cristalline noire très brillante, assez stable à l'air humide et qu'il est très difficile d'attaquer par les acides.

» *Thiophosphite de zinc :* $(PS^3)^2Zn^3$. — Solide cristallisé en lamelles jaune clair appartenant au système hexagonal. Il se décompose très rapidement à l'air humide et les acides l'attaquent très violemment.

» *Thiophosphite de cadmium :* $(PS^3)^2Cd^3$. — J'ai essayé, mais en vain, de préparer ce sulfophosphure. En chauffant le mélange de soufre et de phosphore avec du cadmium, ou avec du sulfure de cadmium, je n'ai jamais obtenu une combinaison complète.

» *Thiophosphite de mercure :* $(PS^3)^2Hg^3$. — J'ai préparé très facilement ce sulfophosphure, dont Baudrimont avait déjà signalé l'existence. C'est un solide cristallin rouge, peu stable à l'air humide, mais qui résiste à l'action de l'acide azotique froid. Je n'ai pas cependant pu l'obtenir parfaitement pur.

» J'ai essayé de préparer le thiophosphite mercureux PS^3Hg^3, mais mes tentatives réitérées n'ont pas été couronnées de succès.

» *Thiophosphite d'aluminium :* $(PS^3)^2Al^3$. — C'est un solide blanc, cristallisé en longues aiguilles. Il est extrêmement instable et impossible à conserver à l'air [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du triphénylsilicoprotane.* Note de M. Charles Combes, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, j'ai expliqué comment, en faisant réagir sur le silicichloroforme le benzène monobromé, on place autour de l'atome de silicium quatre radicaux phényle, et non pas trois, comme je le désirais.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

» J'ai songé alors à me servir d'une amine bromée, pensant que la présence de groupes basiques modifieraient peut-être l'aptitude réactionnelle de l'atome d'hydrogène fixé au silicium. C'est, en effet, ce qui est arrivé.

» J'ai employé la diméthylaniline parabromée. J'ai d'abord fait réagir ce corps sur le tétrachlorure de silicium, en présence du sodium.

» Il convient d'employer les proportions théoriques (1 molécule de $SiCl^4$, 4 molécules de diméthylaniline parabromée et 8 atomes de sodium en fils très fins). La réaction se fait dans l'éther sec. Aussitôt mélangés, le tétrachlorure de silicium et la parabromodiméthylaniline donnent lieu à un composé d'addition, qui se précipite en une masse cristalline volumineuse. On chauffe légèrement pour provoquer la réaction, qui, une fois commencée, se continue d'elle-même, et l'on est obligé de la modérer en refroidissant. Le précipité primitif se transforme peu à peu et, après quelques heures, tout le sodium est transformé en bromure. Le précipité est traité par l'eau, puis lavé à l'alcool. Enfin, on le dissout dans la ligroïne bouillante, qui, par refroidissement, laisse déposer un feutrage formé de fines aiguilles cristallines. Au microscope polarisant, on distingue de longs prismes éteignant la lumière polarisée dans le sens de leur longueur. Ce corps fond, en se décomposant, à 225°; il est très soluble dans le benzène à froid, soluble à chaud dans l'éther et dans la ligroïne. L'analyse lui assigne la formule

$$Si[C^6H^4Az(CH^3)^2]^4.$$

» En opérant de la même manière avec le silicichloroforme, on obtient un composé beaucoup plus soluble dans l'éther que le précédent. Pour l'extraire, on épuise le précipité par l'éther et l'on évapore la solution éthérée. Ce corps est purifié par cristallisation dans l'acétone. Il est très soluble dans l'éther, l'alcool, l'acétone et le benzène, très peu soluble dans la ligroïne. Il cristallise en petits prismes qui éteignent obliquement la lumière polarisée. Son point de fusion est 152°; l'analyse lui assigne la formule

$$HSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

» Ce composé ainsi que le précédent sont d'une stabilité comparable à celle des composés analogues du carbone.

» Ils se dissolvent dans les acides et sont précipités sans altération par les alcalis. Avec HCl, ils donnent des chlorhydrates cristallisés.

» Ces caractères ne permettent pas de douter qu'on ne doive leur attribuer les formules écrites plus haut et les considérer comme des dérivés phénylés du silicoprotane SiH^4; en particulier le composé fondant à 152° est l'analogue de la leucobase du violet hexaméthylé.

» En l'oxydant en solution chlorhydrique par le brome, le chlore ou le bioxyde de plomb, j'ai obtenu immédiatement des matières colorantes, mais j'ai reconnu que dans cette oxydation la molécule était détruite et que les matières colorantes étaient celles que l'on obtient en oxydant la

diméthylaniline. Il n'en est pas de même si l'on oxyde avec un oxydant plus doux, l'azotate mercureux par exemple.

» On dissout le dérivé triphénylé dans l'acide sulfurique très étendu, on ajoute de l'azotate mercureux tant qu'il se précipite du mercure, puis un peu de NaCl pour précipiter l'excès d'azotate mercureux.

» On filtre et l'on précipite par la soude. Le précipité est traité par l'alcool et se sépare en deux parties, l'une soluble dans l'alcool, l'autre insoluble.

» Je ne m'occuperai ici que de la portion soluble. Pour la purifier on la dissout dans l'éther et on laisse évaporer. On obtient ainsi des prismes volumineux qui retiennent de l'éther de cristallisation; chauffés à 100°, ils perdent cet éther et donnent une poudre blanche amorphe.

» Dans l'acétone, on obtient des prismes éteignant la lumière polarisée dans le sens de leur longueur.

» Ce corps a pour point de fusion 188°-189°. Il est très soluble dans le benzène, l'alcool, l'éther, le chloroforme, l'acétone. L'analyse lui assigne la formule

$$HOSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

» Ce composé se dissout facilement dans les acides et l'on peut obtenir un chlorhydrate solide en faisant agir l'acide chlorhydrique sur sa solution éthérée. La solution dans les acides et le chlorhydrate solide lui-même sont incolores, contrairement à ce que l'on pouvait attendre; il reste à rechercher, et c'est ce que je m'occupe de faire, si cette absence de coloration est due au simple remplacement de l'atome de carbone central du triphénylméthane par un atome de silicium, ou si elle résulte d'une différence dans la constitution des chlorhydrates des rosanilines méthylées et du composé silicié correspondant (¹). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'essence d'anis de Russie.* Note de MM. G. **Bouchardat** et **Tardy**.

« Nous avons établi que les portions de l'essence d'anis de Russie restant liquides à 5° renfermaient de l'aldéhyde anisique et une acétone, ainsi qu'un peu d'acide anisique. Nous avons depuis examiné les autres parties constituantes de ce produit.

» L'huile privée d'aldéhyde et d'acide a été chauffée pendant six heures à 100° avec la moitié de son poids de solution alcoolique de potasse, pour saponifier, s'il y en avait eu, des éthers complexes. L'huile, précipitée et lavée à l'eau, a été soumise à la distilla-

---

(¹) Travail fait à l'École municipale de Physique et de Chimie.

tion jusqu'à 235° sous la pression ordinaire, puis au delà sous pression réduite à 6cm de mercure.

» Après chaque distillation, certaines portions ont été refroidies à —15° et ont déposé des cristaux de camphre anisique, d'une part, pour les portions passant de 185° à 195°; d'anéthol pour les portions passant de 250° à 255°, d'autre part. Le pouvoir rotatoire très élevé des portions recueillies jusqu'à 205° diminue très rapidement, tend à s'annuler à partir de 212° jusqu'à 235°; il reste toujours dextrogyre, pour devenir ensuite légèrement lévogyre pour les portions recueillies sous pression réduite.

» Le résidu goudronneux, à moitié solide à froid, demeuré après 180° sous 6cm de pression, n'a pas été examiné; son poids n'atteignait pas 400gr.

» Le poids des portions liquides de l'essence d'anis de Russie ne dépasse guère 2 pour 100 du poids de cette essence, le reste étant formé par de l'anéthol dissous ou cristallisé.

» Les parties les plus volatiles sont en quantité sensiblement nulle. Nous avons pu cependant constater que la portion passant de 175° à 180° était formée d'un mélange de cymène et d'un terpilène donnant un dichlorhydrate solide; c'est un carbure probablement identique au phellandrène de Cahours. Les portions passant de 188° à 195° sont constituées, pour la plus grande partie, par le *camphre anisique* de Landolph ou *fenchone;* sa composition répond à celle d'un isomère du camphre $C^{20}H^{16}O^2$.

C................	78,94	79,06	78,45
H................	10,55	11,09	11,16

» On isole facilement ce corps, en refroidissant à —15° les diverses fractions de 188° à 195°, essorant les cristaux formés, et en répétant ensuite la même opération à 0° sur les cristaux liquéfiés. Le produit obtenu a une odeur camphrée très vive; sa densité à zéro est de 0,959. Il bout à 190°-191°. Son pouvoir rotatoire est de 60°,2. Toutes les propriétés de ce composé coïncident avec celles de la fenchone retirée par Wallach de l'essence de fenouil. Nous avons pu en isoler seulement 21gr à l'état de pureté, de 22kg d'essence; mais la proportion de ce corps existant dans le produit commercial est notablement plus élevée, si l'on tient compte de ce fait que l'anéthol brut en renferme au moins un demi pour cent. C'est bien le camphre anisique qui préexiste dans l'essence de Russie, ce que l'on n'aurait pu déduire des anciennes expériences de Landolph. Les fractions passant après 195° ont des pouvoirs rotatoires décroissants. Vers la température de 212°-213° on obtient des fractions de poids relativement élevées et à peu près dénuées de pouvoir rotatoire. Cette fraction donne à l'analyse des chiffres C = 81,17; 80,9; H = 9,5; 9,1 qui correspondent sensiblement à la formule de l'anéthol $C^{20}H^{12}O^2$, qui, lui, bout à 232°. Ce produit reste entièrement liquide à —60°, il a l'odeur de l'anéthol. Comme lui, il fournit par oxydation de l'aldéhyde, puis de l'acide anisique. Nous avons pu l'identifier à l'*estragol*, en utilisant la réaction de la potasse alcoolique à 100°, grâce à laquelle M. Grimaux a pu récemment transformer l'estragol de l'essence d'estragon en anéthol. L'estragol, ainsi transformé, bout presque en totalité vers 232°, c'est-à-dire 18 à 19 degrés plus haut; il se solidifie à zéro, en donnant des cristaux qui, après purification, fondent audessus de 20°.

» L'estragol entre donc pour une faible part dans la composition de l'essence d'anis de

Russie; la proportion trouvée par nous, 30gr, est inférieure à celle existant réellement, le traitement que nous avons fait subir à toute la partie liquide de l'essence d'anis ayant dû transformer en anéthol une grande partie de l'estragol de cette huile. Les fractions passant de 215° à 230° sont formées de mélanges de ces deux composés, estragol et anéthol, avec des traces d'un corps dextrogyre que nous n'avons pas réussi à caractériser, et qui pourrait bien être un carvol. Les portions recueillies dans le vide sont entièrement différentes, elles sont lévogyres. Leur composition répond à la formule de carbures $C^{30}H^{24}$, en particulier pour la portion la plus abondante passant de 170° à 175° sous 6 centimètres de pression; $C = 87,77$; $H = 11,5$; densité à $0° = 0,933$; se combinant au gaz chlorhydrique, en donnant des produits liquides très altérables. La proportion de cette fraction atteint 50gr environ.

» En résumé, l'essence d'anis de Russie, du commerce, renferme une énorme proportion d'anéthol $C^{20}H^{12}O^{2}$, puis de très petites quantités d'aldéhyde anisique; d'acétone anisique, $C^{20}H^{10}O^{4}$; d'acide anisique; de camphre anisique ou fenchone, $C^{20}H^{16}O^{2}$; de divers carbures de formule $C^{30}H^{24}$ et enfin de matières goudronneuses; toutes ces substances atteignant au plus le vingtième du poids de l'anéthol de l'essence d'anis de Russie. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un cas de division de la moelle et d'exostose du rachis, chez un sujet atteint de* spina bifida *lombaire*. Note de M. V. **Ménard**, présentée par M. Lannelongue.

« Nous avons disséqué une pièce anatomique, rare et instructive, provenant du musée de M. Lannelongue à l'hôpital Trousseau et appartenant à un sujet qui a succombé quelques jours après la naissance.

» La tumeur du *spina bifida*, offrant le volume d'une orange, occupe la région des lombes et l'orifice osseux, qui la fait communiquer avec le canal rachidien, est formé par l'écartement des lames de la deuxième et de la troisième vertèbres lombaires.

» Depuis cet orifice jusqu'au niveau de la septième vertèbre dorsale, les deux cordons de la moelle sont séparés par suite de l'absence complète de la commissure médiane.

» Une cloison de tissu cellulaire lâche remplit l'intervalle des deux moitiés de la moelle. Elle est renforcée sur un point par une exostose aplatie, que l'on peut comparer en raison de sa forme à un fragment de scie portant deux dentelures.

» Rattachée en arrière à la lame gauche de la huitième vertèbre dorsale, cette exostose s'avance vers la face postérieure de la dure-mère, la traverse

en lui empruntant une enveloppe pour chacune des deux dentelures et passe entre les deux cordons isolés de la moelle; les deux pointes arrivent au contact de la partie antérieure de la dure-mère, lui sont adhérentes mais n'atteignent pas les corps vertébraux.

» Cette production osseuse, à laquelle on pourrait donner le nom de *barre transmédullaire,* ne répond pas exactement à l'extrémité supérieure de la division de la moelle. Les deux cordons se réunissent un centimètre plus haut. Au niveau du *spina bifida,* ils affectent une disposition différente : le cordon du côté droit reste dans le canal rachidien avec sa situation et sa direction habituelles; celui du côté gauche pénètre au contraire dans la tumeur, contracte une adhérence intime avec sa paroi sur une hauteur de 2^{cm}, et rentre ensuite dans le canal vertébral. Le *spina bifida,* dans ce cas, est tellement asymétrique, qu'il participe de deux variétés différentes, de la *méningocèle* par sa moitié droite; de la *méningo-myélocèle* par sa moitié gauche.

» Sur la partie divisée de la moelle, les nerfs rachidiens naissent à la surface des cordons médullaires suivant la manière habituelle, sauf en ce qui concerne la partie du cordon gauche, comprise dans la tumeur et plus spécialement la partie qui se trouve en apparence confondue avec la paroi.

» Sur cette dernière prennent leur origine les trois premiers nerfs lombaires du côté gauche. Comme à la surface de la moelle normale, chacun de ces nerfs est formé par la convergence des racines antérieures et des racines postérieures. Mais ici les racines antérieures sont implantées suivant une ligne verticale, voisine du plan médian; les racines postérieures suivant une deuxième ligne verticale, située à 5^{mm} en dehors.

» Les deux cordons médullaires se rejoignent au-dessous du *spina bifida* pour former la partie inférieure du renflement lombaire, qui descend jusqu'à la base du sacrum.

» Le *filum terminale,* plus court et plus gros qu'à l'ordinaire, se renfle inférieurement en une tumeur de structure fibreuse, offrant la forme et le volume d'un noyau d'amande, et attachée en bas au coccyx.

» Enfin, outre les anomalies précédentes, nous avons encore constaté dans l'épaisseur de la moelle la présence de trois cavités kystiques, dont deux siégeaient au niveau de la division dans le cordon du côté gauche; la troisième occupait la partie supérieure de la moelle dorsale. Chacun de ces kystes, de forme ellipsoïdique, long d'un centimètre environ, nous a paru formé par une dilatation localisée du canal de l'épendyme.

» Chez le même sujet, le rachis, dévié latéralement dans son ensemble,

décrit une courbe, irrégulière, concave à droite, constituée elle-même par deux angles rentrants qui répondent par leur sommet l'un à la quatrième vertèbre dorsale, l'autre à la douzième. Or, d'une part, la moitié droite du corps de la quatrième vertèbre dorsale fait défaut; les quatrième et cinquième côtes sont fusionnées en une côte unique, de même les quatrième et cinquième nerfs, distincts dans le canal rachidien sont à l'extérieur réunis en un seul tronc. D'autre part, la douzième côte fait aussi défaut et les quatre derniers corps vertébraux de la région dorsale sont atrophiés dans leur partie droite et retardés dans leur ossification. Chacune des déviations anguleuses du rachis trouve ainsi une explication anatomique.

» La division de la moelle dans le *spina bifida* a été observée par divers auteurs : division totale sur toute la longueur de la moelle (Ollivier d'Angers), division partielle (Sandifort, Nadorp, von Ammon, E. Rose, etc.) Mais les cas dans lesquels la division médullaire se trouve compliquée par la présence de la production osseuse, que nous appelons la barre transmédullaire, sont peu nombreux. J. Cruveilhier (1), Houel (2), Recklinghausen (3), C. Taruffi (4) en rapportent chacun un exemple; Humphry (5) a pu en réunir six dans tous les musées de la Grande-Bretagne.

» Dans tous les cas, sauf dans le nôtre, le *spina bifida* appartenant à la variété des méningocèles. Les auteurs rapportent, au contraire, des exemples de division de la moelle, sans barre transmédullaire, dans lesquels l'un des cordons de la moelle ou tous les deux pénétraient dans la tumeur (méningo-myélocèle).

» La division de la moelle et la présence d'une barre osseuse, séparant les deux cordons constituent une intéressante anomalie de développement. Les deux faits coïncident sans affecter entre eux aucune relation pathogénique puisque la division de la moelle n'a pu se produire qu'à une époque très peu avancée de la vie embryonnaire. La transformation de la gouttière médullaire de l'embryon en tube complet, sa séparation du feuillet corné ont lieu avant la troisième semaine chez l'embryon humain. La méningo-myélocèle, anomalie caractérisée comme l'ont montré Tourneux et Martin par le défaut d'occlusion de la gouttière médullaire, a son origine dans le stade de la vie embryonnaire où cette gouttière médullaire

---

(1) J. Cruveilhier, *Anatomie pathologique*, t. I, fasc. II, Pl. III; Paris, 1830.
(2) Houel, *Bull. et Mém. de la Société de Chirurgie*; 1877.
(3) Recklinghausen, *Archives de Virchow*, vol. CV; 1886.
(4) Taruffi, *Tératologie*, t. VI, Première Partie, p. 197; 1891.
(5) Humphry, *The Journal of Anatomie*, vol. XX, p. 585; 1886.

est encore ouverte. Il ne semble pas que la division de la moelle, surtout lorsqu'elle se complique de méningo-myélocèle unilatérale, comme chez notre sujet, ou bilatérale, puisse dater d'une période moins hâtive.

» La production de la barre transmédullaire est plus tardive, puisqu'elle se rattache au développement du feuillet mésodermique.

» Si l'on peut d'après l'embryologie indiquer avec quelque précision à quelle époque de la vie embryonnaire se produit le *spina bifida*, si l'on en saisit assez bien le mécanisme pathogénique, la cause de ce mécanisme, au moins chez les mammifères, nous en échappe complètement.

» Cette cause, quelle qu'elle soit, exerce son action sur la totalité ou sur une grande partie du système nerveux central. Mais le *spina bifida* n'est pas une anomalie localisée exclusivement au niveau de la tumeur. Les altérations du névraxe sont diffuses et complexes. On l'oublie trop. C'est la principale raison qui fait que, dans la pratique, les chirurgiens se sont trop illusionnés sur la valeur des divers traitements qui n'ont qu'une action locale ne s'adressant qu'à la tumeur. L'observation prolongée des malades démontre jusqu'ici l'impuissance très fréquente, sinon constante, de la thérapeutique du *spina bifida*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de la franklinisation sur la menstruation*. Note de M. E. **Doumer**, présentée par M. Bouchard. (Extrait).

« On a constaté que la franklinisation exerce une action sur la menstruation. J'ai pu profiter des ressources que m'offrait un service spécial d'électrothérapie, pour me livrer à une enquête portant sur un grand nombre de cas.

» Cette enquête a porté sur 400 femmes, prises toutes à l'âge d'activité utérine : 342 étaient saines au point de vue utérin et venaient réclamer nos soins pour des troubles étrangers aux organes de la génération ; les 58 autres présentaient des troubles divers de la menstruation, parmi lesquels dominait la dysménorrhée.

» Sur ces 400 femmes, 374, soit 68,5 pour 100, ont vu leurs périodes menstruelles avancer sous l'influence de la franklinisation. Cette avance, surtout sensible pendant les deux premiers mois du traitement, a varié de deux à dix jours; elle s'est parfois prolongée pendant toute la durée du traitement et même continuée après sa cessation complète; 2 fois seulement, il y a eu du retard; enfin, 124 fois, il n'y a eu aucune modification dans la date de l'apparition des règles.

» L'augmentation du flux sanguin, sur ces 400 cas, a été constatée 308 fois, soit 77 pour 100. Elle s'est manifestée surtout pendant les premiers mois de traitement.

» Sur ces 400 femmes, 178 se plaignaient de douleurs plus ou moins vives au moment des règles, soit la veille, soit le jour de leur apparition, soit pendant toute leur durée. 130 se sentirent soulagées, soit 73 pour 100. Les douleurs menstruelles cessèrent, en général, dès les premières séances pour ne plus revenir.

» Le simple bain statique suffit, en général, pour obtenir ces résultats; cependant l'effluvation ou bien la friction dans la région des lombes les produit plus rapidement et avec une intensité plus grande. Les pôles ne paraissent pas avoir d'action différentielle bien marquée. Je me suis servi, dans ces recherches, d'une machine statique genre Wimshurst, donnant une différence de potentiel de 160 000 volts et ayant un débit de 12^{-6} coulombs par seconde. »

BOTANIQUE. — *Explication de la fleur des Fumariées d'après son anatomie.* Note de M. O. **Lignier**, présentée par M. Guignard.

« Les botanistes qui ont étudié la fleur des Fumariées admettent tous qu'elle est formée par des verticilles alternes de pièces opposées; mais l'interprétation qu'ils ont donnée de l'androcée et du gynécée est variable. Aussi, frappé de certaines contradictions et de certaines difficultés que soulèvent toutes les opinions précédemment émises, je résolus de reprendre l'étude de cette fleur en lui appliquant une méthode de recherche anatomique qui m'avait déjà, dans d'autres circonstances, fourni d'excellents résultats, c'est-à-dire en recherchant, par la méthode des coupes successives, les rapports anatomiques qui lient entre elles toutes les pièces florales. C'est le résultat de cette étude que j'apporte ici.

» Chaque mériphyte floral (1) de Fumariée comprend trois faisceaux à la base de l'appendice dont il dépend. Mais, tandis que les trois faisceaux de chaque mériphyte des verticilles inférieurs se réunissent en un seul pour pénétrer dans la couronne libéro-ligneuse normale de la tige, ceux des verticilles supérieurs y rentrent séparément. En outre, dans ces derniers, les trois faisceaux rentrants sont d'autant plus écartés les uns des autres qu'ils appartiennent à un verticille plus élevé. Ceux du bas, en effet, rentrent dans des plans radiaux qui ne font entre eux que des angles de 15° à 20°, tandis que ceux du haut descendent dans des plans qui font entre eux des angles de 90°. Dans le premier cas, la largeur totale d'insertion des mériphytes est donc de 30° à 40°; dans le second, elle est de 180°. Entre ces deux largeurs extrêmes, il y a des

---

(1) De μέρος, partie et φύτον, plante. Je substitue ce mot *mériphyte* à l'expression *système libéro-ligneux foliaire* dont je m'étais servi précédemment (*Comptes rendus*, 1888) et qui a l'inconvénient d'être beaucoup trop longue. Un mériphyte floral est, par suite, l'ensemble des faisceaux libéro-ligneux qui desservent une même feuille florale (sépale, pétale, feuille staminale ou carpellaire).

termes intermédiaires. On peut donc dire, en résumé, que *l'insertion des mériphytes est très étroite dans les verticilles inférieurs de la fleur des Fumariées, qu'elle s'élargit de plus en plus dans les verticilles de plus en plus élevés et qu'elle arrive même, dans les verticilles supérieurs, à embrasser un arc de* 180°. J'ajoute que, si cette progression se retrouve dans toutes les fleurs de Fumariées, elle ne s'y produit pas partout d'une façon identique.

» Chaque androphore tristaminé de *Fumaria* et de *Corydalis* est desservi par un mériphyte semblable à celui de chacun des pétales; *il représente donc une seule feuille florale.* Ainsi, *les six étamines des Fumariées appartiennent à un seul verticille,* comme le pensaient A. Gray et Eichler, et ce verticille est situé dans le plan transversal.

» Chez les *Fumaria* et *Corydalis* chaque feuille staminale est divisée à son sommet en 3 lobes inégalement fertiles; les uns, les médians, portent une anthère biloculaire, les autres, les latéraux, une anthère uniloculaire seulement. Chez *Dicentra spectabilis* la trilobation de la feuille staminale s'étend jusqu'à sa base. Il en est de même chez *Hypecoum;* mais ici les lobes staminaux sont très écartés les uns des autres et l'insertion du mériphyte staminal est aussi beaucoup plus large; elle atteint 180°. Il résulte même de cette dernière particularité que les deux mériphytes de ce verticille sont connés. Aussi leurs faisceaux latéraux et, *a fortiori,* les 4 lobes staminaux qu'ils desservent, deviennent coalescents deux à deux dans le plan antéro-postérieur. C'est à cette coalescence que sont dues les deux étamines antérieure et postérieure du genre *Hypecoum,* étamines qui, pour Pyr. de Candolle, représentaient un verticille supérieur, alterne avec le précédent.

» Ainsi les feuilles staminales des Fumariées sont toutes trilobées. Il y a même lieu de remarquer que, chez *Hypecoum* où l'accentuation de cette particularité est de beaucoup la plus grande et se traduit par un grand écartement des lobes staminaux, il se produit également une assez profonde trilobation des pétales supérieurs et une trilobation moindre des pétales inférieurs. On peut donc dire, en coordonnant tous ces faits, que *les feuilles florales des Fumariées ont une tendance à la trilobation* et que *cette tendance est surtout accusée dans les feuilles supérieures de la fleur.*

» Du deuxième verticille staminal admis par Eichler, et considéré par lui comme avorté, je n'ai vu aucune trace. D'ailleurs, ainsi qu'on va le voir, cette supposition, faite uniquement pour conserver l'alternance des verticelles entre l'androcée et le gynécée, est tout à fait inutile.

» D'après mes recherches anatomiques, le gynécée n'est, de même que l'androcée, desservi que par deux mériphytes trifasciculés; *ceux-ci se trouvent dans le plan antéro-postérieur* et, par conséquent, *alternent régulièrement avec ceux du verticille staminal.* Ces deux mériphytes s'insèrent sur un arc de 180° et sont connés; leurs bords latéraux sont coalescents deux à deux, de même que ceux de l'androcée d'*Hypecoum.* Par suite, le gynécée n'est lui aussi desservi que par quatre faisceaux, dont deux, dans le plan antéro-postérieur, sont médians, et deux, à droite et à gauche, sont formés par l'anastomose des bords des mériphytes. Il résulte de cette interprétation des faits anatomiques, complétée par les observations ci-dessus, que *le pistil des Fumariées est composé de deux feuilles carpellaires trilobées.* Ces feuilles sont de même que celles de l'androcée d'*Hypecoum,* connées entre elles; mais tandis que les trois

lobes des deux feuilles staminales d'*Hypecoum* sont libres et tous fertiles, quoique inégalement, ceux des feuilles carpellaires sont coalescents entre eux, et les uns, les médians, fertiles, les autres, les latéraux, stériles (1). Les premiers forment les bourrelets placentaires antérieur et postérieur; les seconds, ce qu'on a souvent appelé les *carpelles stériles*.

» En résumé, la fleur des Fumariées comprend cinq verticilles alternes de feuilles opposées et répond à la formule S2, P2 + 2, E2, C2. Les feuilles florales y sont d'autant plus embrassantes qu'elles sont plus rapprochées du sommet, et elles présentent une tendance à la trilobation, qui est surtout accusée dans les verticilles supérieurs. L'androcée ne comprend jamais que deux feuilles, plus ou moins trilobées, à lobes tous fertiles; le cas d'*Hypecoum* résulte de ce que ces deux feuilles y sont fortement connées. Le pistil est, de même, formé de deux feuilles trilobées et connées; mais ici les lobes sont coalescents entre eux et les médians sont seuls fertiles.

» Je me propose de montrer ultérieurement que ces résultats s'appliquent également aux Crucifères et aux Capparidées. »

GÉOLOGIE. — *Sur un synclinal schisteux ancien, formant le cœur du massif du mont Blanc.* Note de MM. **J. Vallot** et **L. Duparc**, présentée par M. Daubrée.

« Le massif du mont Blanc a généralement été considéré comme un culot de protogine pure, schisteux sur les bords, et de plus en plus compact au fur et à mesure qu'on s'approchait du centre. Quelques géologues cependant, de Saussure, Favre, Mfrazec et Duparc, ont signalé en plusieurs endroits, dans le cœur même du massif, des bancs gneissiques et schisteux. Baretti a également fait la même remarque. Mais ces observations n'avaient été faites que sur des points d'un accès relativement facile. Pour étudier utilement le centre du massif, il était nécessaire de gravir des pics difficiles, dépassant parfois 4000^{m} d'altitude, et dont l'ascension est longue et périlleuse. Une série d'escalades, exécutées par l'un de nous dans ces dernières années, dans le but de dresser une Carte du massif, nous a donné l'occasion

(1) Il semble probable que, dans certains cas tératologiques, l'augmentation du nombre des bourrelets placentaires provient de ce que les lobes latéraux sont accidentellement redevenus fertiles.

d'étudier minutieusement des régions encore inconnues et d'y raccorder les observations isolées; nous avons pu constater alors que, loin d'être composée de protogine granitoïde comme on l'avait cru, la partie centrale du massif était au contraire constituée par des roches schisteuses, gneissiques, micacées, plus ou moins injectées de protogine, passant même au protogin-gneiss.

» Ces couches atteignent parfois plusieurs centaines de mètres d'épaisseur; presque verticales elles plongent environ de 80° vers le sud-est. Elles se poursuivent depuis le sommet des aiguilles rocheuses, variant entre 3800^m et 4200^m d'altitude, jusqu'en bas des escarpements, où elles disparaissent sous les glaciers inférieurs, à une altitude de 2200^m; leur direction est uniforme du nord-est au sud-ouest. Elles forment une série de bancs parallèles qu'on peut suivre de l'aiguille du Tacul (3444^m) à la Noire et à la Tour-Ronde (3793^m); de l'aiguille du Moine (3414^m) au Rognon et au mont Blanc de Tacul (4249^m).

» Ces roches, comme nous l'avons dit, sont schisteuses, micacées, parfois même phylladiformes; souvent d'un type remarquablement basique, ce qui élimine de suite toute idée d'une origine dynamométamorphique aux dépens de la protogine; souvent aussi plus ou moins fortement injectées et donnant naissance à toutes les variétés d'injections décrites par l'un de nous.

» Il résulte donc de nos observations que la partie centrale du massif du mont Blanc est bordée par deux grandes murailles de protogine granitoïde, formant ligne de faîte et comprenant : l'une, les aiguilles de Chamonix, les aiguilles Verte et du Chardonnet; l'autre, l'arête frontière constituée par les hauts sommets de la Tour-Ronde, de l'aiguille du Géant, des Jorasses, des aiguilles de Talèfre, de Triolet, etc. Entre ces deux murailles se trouve un complexe de couches schisteuses, plus ou moins complètement injectées, dont le type primitif n'a rien de commun avec la protogine à laquelle il peut cependant passer latéralement par injection.

» Ces roches, beaucoup plus facilement délitables que la protogine, ont, par érosion, donné naissance à des vallons creusés profondément en travers des massifs secondaires, comme, par exemple, celui qui sépare l'aiguille du Tacul de celle des Piriades. De même, l'existence d'étroits bancs de schistes purs non injectés a favorisé la formation d'étroits couloirs rocheux, dus également à l'érosion particulièrement rapide de ces derniers.

» Enfin, l'ensemble de la formation schisteuse injectée, plus tendre que les deux grandes arêtes de protogine granitoïde, a permis le creusement

de la grande vallée du Géant et du Talèfre, parallèle à celle de Chamonix et des Doires, dont la formation était inexpliquée jusqu'ici.

» Au milieu de cette énorme cuvette, perdus au sein des bancs schisteux dont il a été question, on rencontre aussi des bancs épais de protogine presque granitoïde, ayant absolument l'allure des grands bancs injectés à fond si communs sur les flancs du massif.

» Cette structure particulière du massif du mont Blanc nous montre qu'à l'époque des premiers plissements qui esquissèrent le relief primitif de celui-ci, et qui eurent comme conséquence la pénétration de la roche de profondeur dans le ridement qui s'ébauchait, la chaîne des grandes aiguilles de Chamonix, ainsi que la ligne de sommets qui, sur le versant sud, domine le val Ferret et le val Véni, représentaient deux anticlinaux de ce premier ridement, anticlinaux dans lesquels la protogine a monté en résorbant et assimilant progressivement sa couverture.

» Celle-ci a été décapée par l'érosion postérieure, et, bien que, par places, les phénomènes de résorption et d'assimilation soient visibles, nous avons aujourd'hui un culot compact de protogine au cœur de chaque ancien anticlinal érodé.

» Au contraire, la partie comprise entre ces deux anticlinaux représentait dans son ensemble un grand synclinal avec plissottements secondaires; il a été injecté d'après les divers procédés que nous avons établis antérieurement [1], mais non complètement résorbé, et il subsistera jusqu'à ce que l'érosion ait été assez puissante pour le faire disparaître entièrement, et, en nivelant le massif, le transformer en un culot compact de protogine.

» Une étude pétrographique détaillée des roches de cette partie centrale, étude actuellement en préparation, nous permettra bientôt d'entrer dans plus de détails sur ce sujet. »

GÉOLOGIE. — *Sur les roches éruptives de la chaîne de Belledonne.* Note de M. **Louis Duparc**, présentée par M. Fouqué.

« Les feuilles *Vizille* et *Grenoble* de la Carte géologique figurent dans la chaîne de Belledonne deux pointements de roches éruptives, l'un du mont Thabor, l'autre dans les environs du lac Robert. Grâce à l'obligeance

---

(1) Voir, L. Duparc et L. Mrazec, divers Mémoires dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de 1890-1896.

de M. Delebecque, ingénieur des Ponts et Chaussées, j'ai eu entre les mains bon nombre de ces roches, prises par lui en place et repérées sur la Carte. J'ai pensé en faire une monographie détaillée, dont je vais résumer les points principaux.

» Les roches qui affleurent sur les bords des lacs Robert, Crozet, etc., sont exclusivement des gabbros et des serpentines. Elles ne forment point un gisement continu, mais sont intercalées en filons dans les amphibolites.

» Les *gabbros* sont des roches verdâtres, feldspathiques, renfermant des grands cristaux de diallage de 1^{mm} à 2^{mm} de longueur. Au microscope, on y trouve : de la *magnétite* en grains; du *diallage* en cristaux incolores ou grisâtres, riche en inclusions lamellaires; de la superbe *hornblende brune,* qui résulte de l'ouralitisation de ce dernier et qui forme quelquefois des cristaux de très grande taille.

» Extinction à 20° de $h^1 g^1$, bissectrice aigue $= np$, $ng - np = 0,021$. Le polychroïsme est particulier, $ng =$ brun marron, $nm =$ brun, $np =$ brun très pâle. Elle renferme toujours les inclusions préexistantes du diallage. L'ouralitisation se fait par la périphérie ou selon les clivages, elle supprime souvent complètement le diallage. L'*actinote,* en baguettes et houppes très légèrement polychroïques, accompagne la hornblende. Les *feldspaths* sont entièrement kaolinisés et transformés en une vraie masse saussuritisée. Un spécimen plus frais et déterminable correspond au labrador A*b* 1, A*n* 1. Comme éléments secondaires, on trouve un minéral en grains transparents à relief analogue à celui de l'augite, que j'appellerai *zoisite-épidote.* Certains grains ont un clivage rectiligne (clivage $p = 001$). Sur la section $n_g n_p$, la vibration ng s'éteint à 25° de celui-ci. Bissectrice aigue $= ng$, biréfringence $ng - np = 0,022$. L'angle 2V est assez grand, la dispersion des indices principaux est très forte. Ce minéral se rattache au groupe de l'épidote et correspond sans doute à un mélange isomorphe intermédiaire entre la zoïsite et l'épidote. La *calcite,* résultant de la décomposition des feldspaths, est en grains et en plages. Toutes ces roches accusent des manifestations dynamiques.

» Les serpentines. — Présentent deux types différents : le premier est formé par de grands cristaux de hornblende brune, produit d'ouralitisation du diallage, qui sont réunis par de la matière colloïde dans laquelle flottent des paillettes de chlorite et des bâtonnets d'actinote. Le second est entièrement formé par du chrysotyle alvéolaire résultant du diallage, associé à beaucoup de magnétite.

» Le pointement du mont Thabor présente des roches plus variées. Il est également subordonné aux amphibolites dont la zone doit être prolongée plus au sud. J'ai pu reconnaître parmi ces roches :

» 1. DES GABBROS. — Analogues, comme structure et éléments constituants, à ceux du lac Robert, mais donnant par ouralitisation une amphibole verte grenue, absolument banale, qui, dans la plupart des cas, remplace complètement le diallage. C'est l'euphotide amphibolique de Lory. Cette hornblende forme alors des nids constitués par la réunion de plusieurs individus grenus orientés optiquement d'une manière différente. Les inclusions du diallage disparaissent dans la transformation. Il n'y a plus de zoïsite-épidote, mais seulement de la zoïsite.

» 2. DES DIORITES, jolies roches, beaucoup mieux conservées que les précédentes; avec zircon, apatite, magnétite, sphène, hornblende verte et labrador Ab^1An^1 (56° d'extinction entre deux lamelles de la zone de symétrie et extinction à -16 sur $g^1 = 010$). Structure parfaitement grenue, parfois orientation parallèle de l'amphibole.

» 3. DES GRANULITES AMPHIBOLIQUES, avec zircon, sphène, apatite, magnétite, biotite chloritisée, hornblende verte en débris, grands cristaux d'albite (maximum entre deux lamelles 30°-32°, la méthode de Becke donne $\Delta^1\Delta^2\delta^1\delta^2 < 0$), puis quartz abondant à formes granulitiques saturé d'inclusions liquides.

» 4. UNE PORPHYRITE MICACÉE ? — A première consolidation rare et exclusivement feldspathique. Les cristaux offrent des extinctions de 30° entre deux lamelles dans la zone de symétrie. Sur $g^1 = (010)$ on a une bissectrice aiguë positive; n_p s'éteint à 20° de la trace du clivage. *Le second temps* comprend des microlithes feldspathiques courts et gros, mâclés selon la loi de l'albite, dont les propriétés optiques correspondent à celles des grands cristaux. Ils sont mêlés à des lamelles de chlorite verte, qui provient peut-être de l'épigénie d'une biotite préexistante et à des grains de quartz.

» 5. DES SERPENTINES. — Entièrement formées de larges fibres de chrysotyle jaune ou verdâtre. Il reste à peine quelques débris de diallage. Beaucoup de magnétite, puis matières colloïdes avec jolis cristaux de spinelle chromifère de couleur brune.

» J'ai aussi étudié les différents types d'amphibolites qui se rencontrent dans la puissante zone figurée sur la carte. Elles se distinguent soit par la structure ou la nature de l'amphibole, soit par la présence ou l'absence de pyroxène, de feldspath et de zoïsite. Je les décrirai d'une manière détaillée dans le travail d'ensemble que je ferai paraître prochainement sur le sujet. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le mode de formation des conglomérats aurifères.* Note de M. **A. Lodin**, présentée par M. Ad. Carnot.

« L'existence de l'or dans des formations sédimentaires anciennes, mise en lumière par le développement de l'industrie minière au Witwatersrand, a été constatée, il y a longtemps déjà, en un grand nombre de localités, notamment dans un conglomérat du carbonifère inférieur à Gay's River (Nouvelle-Écosse) et dans divers niveaux de la formation permo-triasique à combustibles de la région australasienne.

» Le seul de ces gisements qui ait été régulièrement exploité avant ceux du Transvaal est celui de Tallawang (New South Wales); l'or s'y rencontre en paillettes et en grains d'un certain volume, visiblement roulés, parfois même en pépites pesant jusqu'à 150^{gr}, dans un conglomérat intercalé dans des grès et schistes à empreintes de *Glossopteris*. Le rendement moyen à la tonne variait de $1^{gr},5$ à 24^{gr}; son irrégularité a fait abandonner l'exploitation.

» L'or se présentait, en résumé, à Tallawang dans des conditions tout autres qu'au Witwatersrand; mais il était roulé, comme le sont fréquemment les pyrites aurifères dans ce dernier district. Dans l'un comme dans l'autre cas, l'hypothèse d'une imprégnation postérieure à la formation du conglomérat est donc inadmissible.

» Ainsi que M. L. de Launay l'a déjà fait ressortir en ce qui concerne le Witwatersrand, il ne reste qu'à rechercher si l'or a été arraché à des formations antérieures et transporté par de simples actions mécaniques, comme les autres éléments du conglomérat, ou s'il a été précipité chimiquement d'une dissolution, où il se trouvait à l'état, soit de chlorure, soit d'aurate alcalin, suivant l'hypothèse émise par Selwyn, il y a plus de trente ans. Posé depuis longtemps à l'occasion de l'origine des alluvions récentes, le problème ne semble pas comporter de solution unique et exclusive.

» Dans les alluvions fluviales, en effet, il est bien établi que la richesse aurifère se trouve concentrée dans les zones profondes, caractérisées par l'existence d'une sorte de conglomérat spécial (*blue gravel*) à ciment argileux, imprégné de sulfure de fer très divisé et de petits cristaux de pyrite, riche en outre en débris végétaux. Dans un pareil milieu, la précipitation chimique de l'or en dissolution, sous l'action des matières organiques, et son dépôt, soit en grains isolés, soit à la surface de la pyrite, suivant le mécanisme mis en évidence par Daintree, Ch. Wilkinson et Cosmo Newbery,

doivent se développer régulièrement tant que la masse de l'alluvion est en repos.

» La précipitation chimique ne peut au contraire se manifester dans des eaux chargées d'oxygène libre, comme le sont les eaux des cours d'eau rapides et peu profonds ou celles des mers libres. Dans les mers fermées, telles que la mer Noire, la zone privée d'oxygène et chargée d'acide sulfhydrique ne commence qu'à un niveau inférieur à celui où s'éteint l'agitation des vagues. Au-dessous de ce niveau, il peut bien se déposer des vases, destinées à se transformer plus tard en schistes chargés de sulfures métalliques, mais non des conglomérats dont les gros éléments roulés n'ont pu être arrondis d'abord, concentrés ensuite, que par des actions mécaniques intenses. Dans les eaux agitées et peu profondes, où se forment les conglomérats, des grains de pyrite constitués à l'avance se détruiraient rapidement par pulvérisation suivie d'oxydation; on ne saurait donc admettre que de la pyrite, aurifère ou non, ait pu s'y précipiter d'une manière régulière.

» L'étude des dépôts aurifères littoraux de l'époque actuelle confirme cette manière de voir. Ces dépôts n'ont été signalés qu'en un petit nombre de points, notamment au Japon, dans la Nouvelle-Zélande et à la limite de la Californie et de l'Orégon. Partout ce sont des sables assez fins, où l'or se rencontre en paillettes très exiguës, associé avec un peu de platine, de la magnétite et du grenat : nulle part on n'y a signalé la pyrite, qui aurait certainement suivi la magnétite dans le travail de concentration.

» D'après les observations de Chase et de Christy, l'or des dépôts littoraux de Californie provient de la destruction des terrains glaciaires qui forment les falaises adjacentes; il est concentré exclusivement sur deux ou trois zones étroites parallèles au rivage et correspondant à certaines lignes de ressac.

» Ces sables à or libre, fin, très irrégulièrement réparti, ne ressemblent en rien aux conglomérats du Witwatersrand, imprégnés de pyrite en partie roulée, en partie cristallisée, ni même à ceux de Tallawang, contenant l'or en gros grains, arrondis, comme les alluvions des cours d'eau à forte pente. L'intercalation de ces derniers conglomérats au milieu de couches à empreintes de *Glossopteris* contribue à écarter toute idée de formation marine, en confirmant, au contraire, l'assimilation ci-dessus.

» Pour expliquer dans tous ses détails la formation aurifère du Witwatersrand, il suffit d'admettre que cette formation n'est autre chose que le bassin d'alluvions d'un grand fleuve dévonien, constitué par un synclinal dont la dépression s'accentuait progressivement à mesure que les dépôts s'accumulaient. L'affaissement progressif du synclinal explique la grande

puissance des alluvions dans la région centrale, leur horizontalité dans cette région et leur redressement vers les bords du bassin.

» L'étendue reconnue actuellement pour la formation aurifère n'a rien d'incompatible avec cette hypothèse; elle est inférieure à celle des bassins alluvionnaires de bien des fleuves actuels.

» Ces derniers fleuves changent fréquemment de cours, lorsqu'ils ne sont pas régularisés artificiellement; leurs alluvions sont donc soumises de temps à autre, sur toute leur étendue, à des remaniements qui peuvent pénétrer à une profondeur considérable, au moment des grandes crues. Ces remaniements superposent aux phénomènes chimiques, qui se développent normalement dans les zones profondes, des actions mécaniques ayant pour effet de concentrer vers la limite inférieure de la masse remaniée les fragments volumineux, comme les cailloux roulés, et les matières denses, comme la pyrite et l'or libre. La concentration, très nette si l'agitation développée par les crues vient rencontrer à faible profondeur la base des alluvions, reposant sur une roche solide, le sera beaucoup moins, si cette agitation s'éteint progressivement dans une masse alluvionnaire indéfinie.

» Au Witwatersrand, le premier cas correspond au Black Reef (mine Orion), où les dépôts aurifères se sont formés dans des chenaux étroits, creusés par érosion à travers une masse de diabase; la concentration de la pyrite aurifère, en grande partie roulée, à la base même de l'alluvion, est tout à fait caractéristique dans ce gîte spécial.

» Le second cas est celui des conglomérats du système du Main Reef, intercalés dans des quartzites et y passant progressivement; la richesse aurifère y est plus diffuse, bien qu'on puisse encore constater une certaine concentration à la base de chaque niveau.

» Les mouvements imprimés par les crues aux éléments profonds des alluvions ont une violence bien moindre que le ressac littoral : ils peuvent donc arrondir les grains de pyrite sans les briser, comme le ferait celui-ci. Une fois le fleuve revenu à son régime normal et la période d'agitation terminée, la phase d'action chimique recommence et la pyrite cristallisée se dépose de nouveau sur la pyrite roulée.

» L'hypothèse ci-dessus, combinée avec celle de l'affaissement progressif du synclinal, explique les dédoublements des couches aurifères et leurs irrégularités diverses, tout aussi bien que les particularités fondamentales de leur structure. Pour la contrôler de plus près, il faudrait avoir sur la structure des alluvions du cours inférieur des grands fleuves de l'époque actuelle des données précises que nous ne possédons pas, et que

les difficultés pratiques d'une pareille exploration nous empêcheront sans doute d'avoir d'ici à longtemps. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen sommaire de la météorite tombée à Madrid le 10 février 1896.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Dès le 20 février, et grâce à l'obligeance de M. Mac-Pherson, j'étais en possession d'un échantillon de la météorite tombée à Vallecas, près de Madrid, le 10 février; malgré ses faibles dimensions, il est suffisant pour une détermination lithologique complète, dont je puis indiquer le résultat.

» La substance de la météorite contraste, par sa teinte d'un gris très clair, avec la nuance foncée de la croûte qui recouvre le fragment de plusieurs côtés. Cette croûte varie nettement suivant les régions, et ses caractères dans les différents points permettent de distinguer la face du fragment, qui se trouvait en avant pendant le trajet atmosphérique, et celle qui se trouvait en arrière : dans la première, la croûte est d'un noir roussâtre avec des reflets un peu mordorés très remarquables; elle est relativement mince. Dans la seconde, la croûte, qui est plus épaisse, est d'un noir profond.

» Au travers de la roche météoritique, se montrent des veines tout à fait noires et parfois épaisses de plus de 2^{mm}; ces veines s'anastomosent entre elles, se bifurquent et çà et là se perdent insensiblement dans la masse.

» La densité du fragment, prise à la température de 16°, a été trouvée égale à 3,598.

» Différents essais, faits sur une très petite quantité de poussière, soit à l'aide du chalumeau et de quelques réactifs, soit au moyen de la liqueur lourde de M. Thoulet, soit enfin au microscope, ont permis de reconnaître la coexistence de granules métalliques, très magnétiques, formés de fer nickelé, avec du sulfure de fer (troïlite), de péridot facilement attaquable aux acides, des minéraux feldspathiques tricliniques très mâclés, et de pyroxène magnésien. La réaction du chrome a été nettement obtenue avec de tout petits grains noirs, faciles à isoler.

» Ces divers caractères coïncident avec ceux de la roche appelée *Chantonnite* et tout spécialement avec ceux des échantillons tombés le 3 février 1882 à Mocs, en Transylvanie, et le 7 avril 1887, à Lalitpur, dans les Indes.

» La chantonnite est l'une des roches météoritiques qui témoignent le mieux des conditions complexes qui se sont succédé dans le cours de la formation des masses cosmiques. Elle a mérité, comme j'y ai insisté antérieurement, d'être comprise dans la catégorie des roches métamorphiques :

on peut l'imiter exactement par l'application convenable de la chaleur sur des météorites toutes blanches, c'est-à-dire non veinées de noir, des types dits *Lucéite* et *Aumalite*. »

M. L. **Mirinny** adresse une Note « Sur la synthèse mathématique ».

M. **Chapel** adresse une Note « Sur un point de la théorie cinétique des gaz ».

M. **Vaysse** adresse une Note « Sur la photographie à travers les corps, par les courants électriques ».

M. **Armagnac** signale quelques expériences confirmant ses assertions précédentes sur la photographie à travers les corps opaques.

M. E. **Hauser** adresse une Note « Sur une cause probable de l'explosion des bolides dans l'atmosphère terrestre ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

Leçons de Géographie physique, par M. Albert de Lapparent, professeur à l'École libre des Hautes Études, etc. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Principes d'Hygiène militaire, par M. le Dr Charles Viry, Directeur du

Service de santé du 2e Corps d'armée. Paris, L. Battaille et Cie, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

Note sur la machine à résoudre les équations de M. Torres, par M. MAURICE D'OCAGNE, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, etc. (Extrait du journal le *Génie civil*). Paris, 1896; in-8°.

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences), Directeur : JOSEPH VINOT. Janvier-février 1896. Mayenne, E. Soudée; 2 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 20 février 1896. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. N° 6. 21 février 1896. Paris, G. Masson; in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. E. MASCART. 6-12 février 1896; 7 fasc. in-4°.

Voyage dans la Chine occidentale, par M. GROUM-GZJIMAÏLO. Tome I. Saint-Pétersbourg, 1896; 1 vol. in-4°.

Monographiæ Phanerogamarum prodromi nunc continuatio, nunc revisio, editore et pro parte auctore CASIMIRO DE CANDOLLE. Vol. nonum : *Bromeliaceæ*. Auctore CAROLO MEZ. Parisiis, sumptibus Masson et Cie, 1896; gr. in-8°.

Report of the sixty-fifth meeting of the Association for the advancement of Science. Held at Ipswich in september 1895. London, John Murray, 1895; in-8°.

Report on transportation business in the United States at the eleventh census : 1890. Part. II-III. Washington, D. C.; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 MARS 1896.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART. Mars 1896. Paris, G. Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU et R. RADAU. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1895.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. 25 février 1896. Paris, G. Masson et Cie, 1896; in-8°.

Contrôle des installations électriques au point de vue de la sécurité, par M. A. MONMERQUÉ, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, etc. Paris, Baudry et Cie, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Tome VIII. 1893-1894. Montpellier, C. Coulet, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Les Français au Canada. La jeunesse de Bougainville et la guerre de Sept Ans. Paris, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Les Vignes. Recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation, par M. A. Muntz, Professeur et Directeur des laboratoires à l'Institut national agronomique. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

La Marine des États-Unis, par M. L. Bertin, Ingénieur des constructions navales, etc. Paris, E. Bernard et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8° avec atlas.

Annales médico-psychologiques. Fondateur : Dr Baillarger. Rédacteur en chef : Dr Ant. Ritti. Paris, G. Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Le mathématicien franc-comtois François-Joseph Servais, ancien conservateur du Musée d'Artillerie, d'après des documents inédits (1767-1847), par M. Jacques Boyer. Besançon, Dodivers, 1895; in-8°.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, par M. F. Folié, Directeur de l'observatoire. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 vol. in-18.

Geological survey of the State of New-York. Palæontology. Volume VIII : an introduction to the *Study of the genera of Palæozoic Brachiopoda.* Part I, by James Hall, state geologist and palæontologist, assisted by John M. Clarke. Albany, N. Y., C. Van Benthuysen and sons, 1892; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mars 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1896; gr. in-8°.

Traité de Chirurgie cérébrale, par MM. A. Broca et P. Maubrac. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

Pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux, par M. Scheurer-Kestner. Paris, G. Masson, 1896; in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Leçons sur la cellule, par M. L. Félix Stenneguy. Paris, G. Carré, 1896; gr. in-8°. (Présenté par M. Ranvier.)

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Février 1896. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Mars 1896. Paris, imp. Ch. Bivort; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 3 mars 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. 29 février 1896. Paris, Georges Carré; 1 fasc. gr. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. 6 mars 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. Tome V. Fascicule IV. Paris, G. Masson, 1896; 1 vol. in-4°.

Quelques exploits d'une particule d'air, par M. G. VAN DER MENSBRUGGHE, Membre de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, Hayez, 1895; in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome IV. N° 3. Saint-Pétersbourg, 1895; in-4°.

Annales de l'observatoire météorologique de l'Université impériale à Odessa. par M. A. KLOSSOVSKY. 1894. Odessa, L. Kirchner, 1895; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 24 février 1896.)

Note de M. *Perrotin*, Observations de Vénus sur le mont Mounier :

Page 446, ligne 3, *au lieu de* détachement, *lisez* déplacement.

Note de M. *Paul Rivals*, Étude thermochimique de l'acide orthochlorobenzoïque et de quelques-uns de ses dérivés :

Page 480, ligne 16, *au lieu de* $773^{Cal},7$, *lisez* $734^{Cal},7$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Sappey*, Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé le vendredi 13 mars.

M. le Président ajoute :

« Mes chers Confrères,

» Il ne m'appartient pas de vous entretenir des travaux de notre regretté Confrère, dont la mort apporte un nouveau deuil à l'Académie. Demain, à ses funérailles, nous entendrons des voix autorisées rappeler les beaux et difficiles travaux qu'il a accomplis, les services qu'il a rendus à l'Anatomie et aux Sciences médicales. Parmi ceux qui prendront la parole, la plupart, sinon tous, ont été ses disciples : car M. Sappey a été un maître, illustre non seulement par la précision de ses travaux, mais encore par l'élégance et la clarté de son enseignement.

» Pendant quarante années, il a, dans ses diverses fonctions à la Faculté de Médecine, formé bien des générations de Médecins et de Chirurgiens qui s'honorent de l'avoir eu pour guide.

» Sa longue carrière de professeur et de savant consciencieux fut couronnée, en 1886, par son élection à l'Académie dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, où sa place était depuis longtemps marquée. Assidu à nos séances, il était encore, il y a quinze jours, parmi nous, plein de vie et d'activité.

» Les années ne semblaient pas avoir pesé sur sa robuste nature : son regard profond, un peu voilé de tristesse, sa stature majestueuse, sa longue chevelure blanche, donnaient à sa physionomie, à sa parole élégante et ferme, une singulière autorité.

» Nous ne reverrons plus, hélas! parmi nous, cette noble et bienveillante figure; mais nous conserverons de notre vénéré Confrère le souvenir respectueux et sympathique qu'il mérite à tant d'égards. »

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que la séance sera levée en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

ASTRONOMIE. — *Sur la pendule des caves de l'Observatoire.* Note de M. F. TISSERAND.

« I. Cette pendule a été construite par l'éminent artiste Winnerl; elle a été installée à 27^{m} de profondeur, et sa température reste invariable durant toute l'année, ou, du moins, ne varie pas de plus de $0^{\circ},01$ ou $0^{\circ},02$, comme le prouvent les observations suivies du thermomètre de Lavoisier. On avait pris toutes les précautions pour la fermeture hermétique de la caisse de la pendule, de sorte qu'on avait pensé que la pendule serait soustraite aux variations de la pression atmosphérique. La température et la pression restant invariables, la marche de la pendule aurait dû être uniforme, abstraction faite des petites imperfections du mécanisme de la pendule et notamment du rouage.

» La pendule des caves synchronise électriquement toutes les pendules de l'Observatoire; les observations des passages des étoiles au méridien peuvent être censées faites à l'aide de cette pendule normale.

» Nous avons fait faire quelques relevés de la marche diurne de cette

pendule, dans le second semestre de 1894, et au commencement de 1895. Ces marches ont été déterminées par les observations des passages de belles étoiles fondamentales faites au grand cercle méridien par l'observateur de jour, M. Boquet; elles peuvent être rendues indépendantes des petites erreurs des ascensions droites, quand on observe les mêmes étoiles à deux dates voisines; elles dépendent d'ailleurs fort peu de l'état de l'instrument méridien qui est très stable, et dont les corrections (azimut, inclinaison et collimation) ne varient pour ainsi dire pas pendant des mois entiers.

» Voici quelques-unes de ces marches diurnes μ; les dates sont exprimées en temps moyen :

TABLEAU A.

			μ.	ϖ.
			s	mm
1894.	Août	13,2-15,9.......	+0,05	754
	»	20,9-29,0.......	+0,10	757
	»	29,0-31,9.......	+0,17	760
	Septembre	11,0-14,9.......	+0,18	762
	»	14,9-18,9.......	+0,15	762
	»	18,9-27,9.......	+0,05	756
	»	27,9-30,9.......	+0,23	766
	Octobre	1,9- 8,1.......	+0,10	759
	»	9,0-12,2.......	+0,19	765
	»	17,1-26,9.......	−0,01	751
	Novembre	7,0-12,1.......	−0,01	751
	»	16,1-23,9.......	+0,20	766
	Décembre	3,0- 5,1.......	0,00	754
	»	5,1-10,0.......	+0,08	759
	»	11,1-15,9.......	+0,17	765
1895.	Janvier	11,0-15,9.......	−0,16	740
	»	17,1-22,2.......	−0,04	751

» Ces marches présentent des variations qui ne peuvent pas être entièrement dues aux erreurs d'observation. Pour en trouver la cause, nous avons mis en regard de chaque valeur de μ, obtenue dans l'intervalle $t_1 - t_0$, la pression barométrique moyenne, $\varpi = \dfrac{\int_{t_0}^{t_1} p\,dt}{t_1 - t_0}$; les valeurs individuelles de la pression p ont été relevées sur les diagrammes du baromètre enregistreur, et la quadrature $\int p\,dt$ a été effectuée d'une manière approchée et suffisamment exacte.

» On voit que les variations de μ correspondent à celles de ϖ, les deux quantités augmentant et diminuant en même temps. Pour nous en rendre

mieux compte, et aussi pour atténuer l'influence des erreurs d'observation, nous avons fait des moyennes embrassant les valeurs voisines de ϖ; c'est ainsi que nous avons obtenu les nombres suivants :

TABLEAU B.

ϖ.	μ.	Résidus.
mm	s	s
740	−0,16	+0,01
751	−0,02	−0,01
754	+0,02	−0,01
756	+0,07	+0,01
759	+0,09	−0,02
761	+0,16	+0,02
765	+0,18	−0,01
766	+0,21	0,00

» Les valeurs précédentes de μ sont bien représentées par la formule

$$(1)\qquad \mu = 0^s,019 + 0^s,0146(\varpi - 753^{mm});$$

cette formule donne en effet les faibles résidus inscrits dans la dernière colonne du Tableau B.

» On peut obtenir l'expression théorique du coefficient barométrique $0^s,0146$, en ayant égard à la variation de la poussée de l'air sur le pendule, à l'entraînement et au frottement de l'air; quand on remplace les quantités qui figurent dans l'expression théorique, par les valeurs numériques adoptées aujourd'hui, on trouve presque le même coefficient que nous venons de déduire des observations de passages d'étoiles au méridien.

» II. Nous avons cherché à voir avec quelle précision la pendule des caves pourrait mesurer le temps, non plus pendant un jour pour le fractionner, mais pendant plusieurs mois. A cet effet, nous avons utilisé les observations d'étoiles faites dans le jour, durant les mois d'août à décembre 1894. On disposait de 43 séries d'observations embrassant un intervalle de 143 jours. Chacune d'elles a fourni une équation de la forme

$$(2)\qquad C_p = a + b(t - \tau) + c(t - \tau)^2 + \sigma \int p\, dt;$$

C_p est la moyenne des corrections de la pendule obtenues pour les diverses étoiles de la série, en supposant exactes les ascensions droites tirées de la

Connaissance des Temps; a, b, c et σ sont des inconnues; τ est l'époque moyenne de l'ensemble des séries : l'intégrale $\int p\,dt$, prise à partir de la première série, a été calculée d'après les courbes du baromètre enregistreur ; au lieu de la pression p, correspondant à la moyenne de chaque série, on a pris, pour avoir des nombres plus petits, $p - 756^{mm}$ au lieu de p. En éliminant successivement a, b, c des équations (2), nous avons obtenu un grand nombre d'équations propres à déterminer σ. En séparant ces dernières en cinq groupes se rapportant à chacun des cinq mois d'août à décembre, et résolvant les équations de chaque groupe, nous avons trouvé les valeurs suivantes :

$$\sigma = 0^s,015; \quad \sigma = 0^s,013; \quad \sigma = 0^s,014; \quad \sigma = 0^s,015; \quad \sigma = 0^s,012,$$

dont l'accord est très satisfaisant. L'ensemble a donné

$$\sigma = 0^s,0140\ (^1);$$

nous avons trouvé d'ailleurs

$$b = +\,0^s,0616; \qquad c = -\,0^s,000161.$$

Le Tableau suivant donne, dans la première colonne, la date moyenne de chaque série; dans la deuxième, la valeur de C_p; dans la troisième, le nombre N des étoiles de la série; dans la quatrième, les résidus

$$R = C_p - a - b(t-\tau) - c(t-\tau)^2 - \sigma \int p\,dt.$$

Enfin, la dernière colonne donne les résidus

$$R' = C_p - a' - b'(t-\tau) - c'(t-\tau)^2,$$

que l'on aurait obtenus en faisant abstraction des variations de la pression barométrique. Dans ce cas, les équations propres à déterminer c' donnent autant de valeurs positives que de négatives, et l'on peut prendre $c' = 0$.

---

(1) J'avais terminé mes calculs quand j'ai reçu une lettre de M. Van de Sande Bakhuyzen, directeur de l'observatoire de Leyde, me disant qu'il emploie pour sa pendule, à compensation à mercure, précisément le coefficient $\sigma = 0^s,0140$.

TABLEAU C.

Dates 1894.	C_p.	N.	R.	R′.
	s		s	s
Août 5,9....	+17,20	1	+0,14	−0,64
» 13,2....	+17,75	1	−0,16	−0,83
» 15,9....	+17,90	2	−0,14	−0,95
» 20,9....	+18,69	2	−0,17	−0,63
» 29,0....	+19,50	3	−0,14	−0,67
» 30,9....	+19,94	3	0,00	−0,42
» 31,9....	+20,00	3	−0,07	−0,46
Sept. 4,9....	+20,63	2	+0,27	−0,23
» 11,0....	+21,40	5	+0,08	−0,07
» 12,1....	+21,57	4	+0,04	−0,01
» 13,9....	+21,94	2	+0,10	+0,18
» 14,9....	+22,09	5	+0,06	+0,23
» 17,0....	+22,40	6	+0,05	+0,33
» 18,1....	+22,56	6	0,00	+0,38
» 18,9....	+22,68	4	+0,03	+0,42
» 20,4....	+22,73	3	−0,12	+0,33
» 27,9....	+23,04	2	−0,10	−0,06
» 28,9....	+23,30	3	−0,06	+0,05
» 30,9....	+23,74	4	−0,03	+0,30
Oct. 1,9....	+23,99	2	+0,02	+0,45
» 8,1....	+24,61	6	−0,01	+0,46
» 9,0....	+24,72	8	−0,03	+0,48
Oct. 12,2....	+25,32	2	−0,01	+0,76
» 13,1....	+25,56	2	+0,07	+0,92
» 14,9....	+25,70	2	+0,04	+0,88
» 17,1....	+26,08	3	+0,18	+1,04
» 26,9....	+25,98	2	+0,20	−0,01
» 31,1....	+26,00	9	+0,05	−0,40
Nov. 5,0....	+26,53	3	−0,05	−0,35
» 7,0....	+26,65	2	−0,20	−0,42
» 8,1....	+26,74	4	−0,13	−0,40
» 12,1....	+26,60	5	−0,18	−0,96
» 14,0....	+26,64	7	−0,08	−1,11
» 16,1....	+26,67	6	+0,07	−1,28
» 23,9....	+28,20	6	+0,11	−0,50
» 30,9....	+29,56	6	+0,29	−0,10
Déc. 3,0....	+29,98	12	+0,01	+0,54
» 5,2....	+29,98	2	−0,04	+0,20
» 10,0....	+30,38	9	−0,05	+0,14
» 11,1....	+30,58	9	−0,02	+0,23
» 15,0....	+31,25	5	−0,02	+0,53
» 18,9....	+31,82	1	+0,14	+0,73
» 27,1....	+32,93	6	−0,02	+1,07

» L'inspection de la colonne R montre que, pendant 143 jours, la pendule représente le temps sidéral à $0^s,3$ près. La précision est très grande, d'autant que les petits résidus peuvent provenir de plusieurs causes : des erreurs des ascensions droites des étoiles, des erreurs dans l'état de l'instrument, des erreurs d'observation, et peut-être enfin de très légères erreurs de la pendule elle-même. Mais on doit reconnaître que cette pendule est excellente ; sur environ douze millions d'oscillations exécutées par le balancier pendant la période considérée, elle n'a jamais été en erreur de plus de $\frac{1}{3}$ d'oscillation.

» En jetant les yeux sur la colonne R′, on voit que, si l'on n'avait pas eu égard à l'influence des variations de la pression barométrique, on aurait trouvé, dans la mesure du temps absolu, des écarts systématiques variant de $-1^s,3$ à $+1^s,1$. Quelques-uns de ces écarts répondent à deux époques voisines, notamment ceux des 16 et 23 novembre dont la différence est

de 0s,8; il est impossible de les attribuer aux causes d'erreur mentionnées ci-dessus. Le Tableau A montre que les variations du baromètre les expliquent naturellement; ainsi l'intervalle du 16 au 23 novembre présente, relativement aux intervalles contigus, une variation très grande de la pression barométrique.

» La conclusion de cette Note est donc que, malgré les précautions prises pour rendre étanche la caisse de la pendule, les variations de la pression atmosphérique s'y font sentir, et que, quand on veut obtenir la haute précision que comporte la pendule de Winnerl, il faut avoir égard à ces variations. La constance absolue de la température a permis d'isoler facilement leur influence.

» Ces jours derniers, M. Guénaire a disposé un petit manomètre à l'aide duquel il a constaté directement les variations de la pression intérieure de la pendule, en rapport avec celles de la pression extérieure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau carbure de zirconium.* Note de MM. **H. Moissan** et **Lengfeld.**

« Dans un Travail précédent, l'un de nous a indiqué que la zircone était facilement réductible par le charbon au four électrique [1]; on obtenait, par ce procédé, une fonte de zirconium.

» A la même séance de l'Académie, M. Troost [2] a publié des recherches sur ce sujet et a indiqué l'existence d'un carbure de zirconium ZrC^2 obtenu avec un courant de faible intensité, 35 ampères et 70 volts, mais en opérant au milieu même de l'arc.

» Lorsque l'on chauffe le mélange de zircone et de charbon en dehors de l'arc, c'est-à-dire à une température plus basse, on obtient un composé moins riche en carbone, que nous décrirons dans cette Note.

» Nous avons repris cette étude de la réduction de la zircone, en opérant sur des quantités d'oxydes importantes et à des tensions élevées.

» *Préparation de la zircone.* — Les méthodes décrites jusqu'ici pour obtenir la zircone pure présentent de grandes difficultés, lorsque l'on veut opérer sur une masse importante de zircon (silicate de zircone).

---

(1) H. Moissan, *Sur la volatilisation de la silice et de la zircone et sur la réduction de ces composés par le charbon* (*Comptes rendus*, t. CXVI; p. 1222).

(2) Troost, *Sur la préparation du zirconium et du thorium* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1227).

» Le zircon trié est réduit en poudre, mélangé de charbon de sucre et chauffé au four électrique, dans un creuset de charbon, avec un courant de 1000 ampères et 40 volts pendant dix minutes. Le silicium, étant beaucoup plus volatil que le zirconium, ainsi que nous l'avons établi précédemment, se dégage tout d'abord, et il reste une masse d'apparence métallique bien fondue, formée surtout de carbure de zirconium ne renfermant plus qu'une petite quantité de silicium.

» Ce carbure de zirconium impur est attaqué au rouge sombre par un courant de chlore. Il se produit un mélange de chlorure de zirconium, de fer et de silicium. La quantité de chlorure de silicium est assez faible pour que l'on ne remarque aucune condensation de chlorure liquide. On reprend ces chlorures par l'acide chlorhydrique concentré bouillant; le chlorure de zirconium se sépare à peu près pur. On le recueille, puis on le lave à l'acide chlorhydrique concentré; il est mis ensuite en solution dans l'eau, traité par l'acide chlorhydrique, puis évaporé à siccité. Il faut avoir soin de ne pas trop élever la température. Le résidu est repris par l'eau filtrée et enfin précipité par l'ammoniaque. On obtient ainsi un hydrate tout à blanc, bien exempt de fer et de silicium, qui est ensuite calciné au four Perrot.

» L'oxyde de zirconium anhydre est mélangé avec du charbon de sucre et de l'huile, puis comprimé en cylindre, et enfin légèrement calciné.

» Ce mélange est placé dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités et chauffé au four électrique pendant dix minutes avec un courant de 1000 ampères et 50 volts. Une partie de la zircone se volatilise et entre en fusion. Ainsi qu'on le voit, la chauffe doit être très énergique, et ce n'est que dans la partie la plus chauffée, c'est-à-dire au fond du tube, que l'on rencontre soit un culot de petite dimension, soit des globules métalliques.

» Il arrive souvent que les tubes de charbon ne peuvent résister à cette température élevée; ils se percent ou se fendent, et le carbure de zirconium obtenu dans ces conditions renferme du carbure de calcium provenant de l'intérieur du four; il se délite à l'air.

» Cette réduction a été essayée avec des quantités variables de carbone et a donné toujours le même produit. Lorsque l'on chauffe ce mélange avec un courant moins intense, le carbure obtenu contient de l'azote.

» *Propriétés.* — Ce nouveau carbure de zirconium possède une couleur grise, un aspect métallique et ne se délite pas dans l'air sec ou humide,

même à la température de 100°; il raye le verre et le quartz avec facilité, mais n'a aucune action sur le rubis.

» Les hydracides attaquent ce carbure avec facilité : le fluor à froid, le chlore à 250° avec une belle incandescence, le brome à 300° et l'iode vers 400°.

» Au rouge sombre, il brûle dans l'oxygène avec un vif éclat. Chauffé avec du soufre, ce dernier se volatilise avant qu'aucune combinaison puisse se produire. Au rouge sombre, dans la vapeur de soufre, il donne une petite quantité de sulfure.

» Le carbure de zirconium, maintenu liquide dans le four électrique, dissout du carbone, qu'il abandonne par refroidissement sous forme de graphite.

» L'eau et l'ammoniaque sont sans action, à la température ordinaire et au rouge sombre.

» L'acide chlorhydrique, étendu ou concentré, n'a pas d'action même à sa température d'ébullition.

» L'acide azotique dilué l'attaque peu, mais l'acide concentré réagit de suite et avec violence, si la température s'élève. L'acide sulfurique concentré et l'eau régale le décomposent lentement à froid, et plus vivement à chaud.

» Les oxydants, tels que l'azotate, le permanganate et le chlorate de potassium, l'attaquent avec énergie; le chlorate fournit même une réaction explosive.

» A son point de fusion le cyanure de potassium est sans action, tandis que la potasse fondue le dissout assez facilement.

» Analyse. — *Dosage du zirconium.* — Le zirconium a été dosé par les procédés suivants :

» 1° Le carbure a été attaqué par un mélange de nitrate et d'hydrate de potassium en fusion. On reprend par l'eau, on additionne d'acide chlorhydrique et l'oxyde est précipité par l'ammoniaque, calciné et pesé;

» 2° Le carbure est brûlé dans un courant d'oxygène et l'oxyde de zirconium pesé directement.

» *Dosage du carbone.* — Le carbure est chauffé au rouge dans un courant de chlore; le résidu est pesé, ce qui fournit le carbone total, puis traité par l'acide azotique fumant pour attaquer le carbone amorphe. Le résidu non attaqué était formé de graphite pur, et la différence entre son poids et celui du carbone nous permettait de déduire le carbone combiné [1].

---

[1] Nous avons essayé de doser le carbure combiné en attaquant le carbure par

» Les chiffres obtenus sont les suivants :

	1.	2.	3.
Zirconium	83,00	82,8	86,1
Carbone combiné	10,70	10,3	»
Graphite	6,00	8,76	»

» En tenant compte du graphite, les rapports de zirconium et de carbone combiné deviennent

	1.	2.	Calculé pour ZrC.
Zirconium	88,6	88,7	88,3
Carbone combiné	11,4	11,3	11,7

» En résumé, la zircone pure et le charbon fournissent, lorsqu'ils sont chauffés au four électrique en dehors de l'arc, un carbure de zirconium de formule CZr bien cristallisé et non décomposable par l'eau, de 0° à 100°.

» Ce fait est assez curieux, car le zirconium, qui, dans la classification de Mendéléeff, se rapproche du thorium, présente avec lui quelques différences, puisque son carbone possède une grande stabilité, tandis que le carbure de thorium décompose l'eau froide avec production d'acétylène, d'éthylène, de méthane et d'hydrogène. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations actinométriques faites, en 1895, à l'observatoire de Montpellier.* Note de M. A. Crova.

« Ces observations ont été faites avec exactitude et régularité sous la direction de M. Sémichon; l'actinographe a permis de relever, en 1895, 59 courbes photographiques.

» Les observations ont été faites avec mon actinomètre, un peu avant midi, les jours où le ciel était pur et non voilé; les calories indiquées sont les petites calories (gramme-degré), reçues en une minute, sur une surface noire de 1^{cmq} exposée normalement aux rayons solaires.

---

l'acide azotique fumant et en faisant passer les gaz dégagés sur une colonne de cuivre chauffée au rouge; l'acide carbonique était recueilli dans un tube de potasse et pesé. Les chiffres ainsi obtenus ne sont pas concordants parce qu'ils se forment toujours des composés organiques, qui ne sont détruits que lentement par l'acide azotique fumant.

Intensités calorifiques.

	Moyennes mensuelles.			Moyennes des saisons.	Maxima absolus.	
	cal	cal	cal	cal	cal	
Hiver	1,02	1,12	1,15	1,09	1,32	le 28 janvier.
Printemps	1,20	1,13	1,13	1,15	1,38	le 12 mai.
Eté	1,22	1,14	1,19	1,18	1,42	le 24 juillet.
Automne	1,30	1,20	1,02	1,17	1,41	le 8 septembre.
	Moyenne de l'année				1,147	

» L'intensité, faible en hiver, augmente d'une manière continue, du 1er décembre au mois de mars, dont la moyenne est 1,20, puis diminue; elle se relève et atteint un premier maximum 1,22 en juin, puis un second maximum 1,30 en septembre; la radiation diminue alors d'une manière continue jusqu'au 1er décembre.

» Nous retrouvons encore cette année, comme dans les onze années précédentes, les deux maxima principaux du printemps et de l'automne, séparés par une très notable diminution en été; leur date seule est sujette à varier avec les conditions météorologiques de l'année; notons l'intensité très élevée 1,42, observée le 24 juillet, bien que, pendant ce mois, l'intensité moyenne 1,14 ait été inférieure à celles des mois de février, mars, juin, août, septembre et octobre. Ces résultats sont sous la dépendance directe de l'absorption atmosphérique et de la masse de vapeur d'eau répandue dans l'air.

» Voici le résumé des heures d'insolation relevées avec l'héliographe de Campbell :

Heures d'insolation.

	Totaux des mois.			Totaux des saisons.	
	h m	h m	h m	h m	
Hiver	127.7	104.39	94.45	326.31	
Printemps ..	168.21	191.15	225.40	585.16	Année 2285h 33m
Été	177.31	279.55	282.16	739.42	
Automne ...	242.2	141.19	51.23	434.44	

» Comparons la marche de la radiation en 1895 à sa valeur moyenne déduite des onze précédentes années :

	Décembre 1894.	Janvier 1895.	Février 1895.	Mars 1895.	Avril 1895.	Mai 1895.
Moyenne des 11 années.	0,978	1,033	1,064	1,100	1,163	1,157
En 1895	1,02	1,12	1,15	1,20	1,13	1,13
Différence	+0,042	+0,087	+0,086	+0,100	−0,033	−0,027

	Juin 1895.	Juillet 1895.	Août 1895.	Septembre 1895.	Octobre 1895.	Novembre 1895.
Moyenne des 11 années.	1,110	1,106	1,070	1,078	1,042	1,051
En 1895	1,22	1,14	1,19	1,30	1,20	1,02
Différence	+0,110	+0,034	+0,120	+0,222	+0,158	−0,031

» La radiation, en 1895, a presque constamment dépassé la moyenne, surtout en été et pendant les deux premiers mois de l'automne; la moyenne annuelle de 1895 (1,1470) est supérieure à la moyenne undécennale (1,0795); il en était de même pour les moyennes de 1894 (1,1125) et de 1893 (1,1420); nous retrouvons, en 1895, à peu près la même moyenne qu'en 1883 (1,1450), tandis que, dans l'intervalle, nous avons atteint, en 1891, un minimum annuel de 1,025.

» Sans déduire de ces résultats, encore trop peu nombreux, une conséquence immédiate, nous pouvons espérer que de longues séries d'observations analogues pourront nous conduire à des résultats importants sur les variations périodiques possibles de la chaleur solaire, ou encore sur des périodes météorologiques caractérisées par une absorption variable de l'énergie rayonnée par le Soleil. »

M. Alexis de Tillo fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Mascart, des *Tables fondamentales du Magnétisme terrestre* qu'il vient de publier.

En déposant cet Ouvrage sur le Bureau, M. Mascart ajoute les remarques suivantes :

« Les *Tables fondamentales de Magnétisme terrestre*, publiées par M. le général de Tillo, représentent un véritable inventaire, emprunté aux

sources les plus autorisées, des observations magnétiques faites à la surface du globe.

» La première Partie est relative à la répartition des éléments magnétiques sur la surface du Globe à différentes époques, de 1540 à 1885; elle est destinée à rendre les plus grands services pour des recherches qui sont très difficiles sur les Cartes elles-mêmes.

» La seconde Partie est consacrée aux isanomales; elle comprend les données numériques qui ont servi à M. de Tillo pour construire les Cartes de son Atlas des isanomales.

» La troisième Partie contient les éphémérides déduites des courbes de déclinaisons et inclinaisons, de 1550 à l'époque actuelle par interpolation, et par une extrapolation approximative jusqu'en 1950.

» Les variations séculaires ont été ensuite calculées par périodes de cinquante ans pour la déclinaison et l'inclinaison.

» Enfin une dernière Partie renferme les éléments moyens du magnétisme rapportés aux longitudes et latitudes pour différentes époques.

» L'œuvre considérable de M. de Tillo ne peut manquer d'être appréciée par tous ceux qui s'intéressent à la question importante du magnétisme terrestre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Aug. Coret** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un loch à indications instantanées ».

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Guyou, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

L'**Université de Glascow** invite l'Académie à se faire représenter à la célébration du cinquantième anniversaire du professorat de *Lord Kelvin* à cette Université.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les « Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles

du second ordre à deux variables indépendantes, par M. *E. Goursat* ». (Présenté par M. Darboux.)

2° Le 1er fascicule du Tome XX des « Acta Mathematica, journal rédigé par M. Mittag-Leffler ».

ASTRONOMIE. — *Sur les erreurs causées par les variations de température dans les instruments astronomiques.* — Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. A. Cornu.

« M. Cornu a récemment appelé l'attention des astronomes sur les erreurs systématiques causées par une répartition non uniforme de la température à l'intérieur des salles et des appareils d'observation (1). La lecture de ce travail m'a suggéré l'idée d'étudier l'action perturbatrice exercée sur les instruments fondamentaux de l'Astronomie, par les radiations calorifiques émanant des lumières installées dans les salles méridiennes.

» Mes recherches sur ce sujet démontrent que l'échauffement ainsi communiqué aux lunettes modifie leurs caractères géométriques et peut provoquer des altérations de plusieurs secondes d'arc dans les mesures. Elles confirment complètement les assertions de M. Cornu, concernant les flexions et les torsions systématiques produites par la dissymétrie des sources de chaleur.

» Les expériences ont été faites à l'Observatoire, à la lunette méridienne de Gambey (1), au moyen d'un dispositif fondé sur l'emploi des franges d'interférence de M. Fizeau. L'appareil a permis d'étudier, dans leurs moindres détails, les mouvements du tube de la lunette au voisinage de l'objectif et du micromètre de l'instrument pendant l'échauffement produit par une source rayonnante et pendant le refroidissement.

» Il résulte des expériences qu'une même lampe, placée à droite ou à gauche de la lunette, à différentes distances de l'axe optique, fait varier la collimation de quantités en raison inverse des carrés de ces distances. La

---

(1) A. Cornu, *Sur la nécessité d'introduire diverses précautions additionnelles dans les observations astronomiques de haute précision* [*Comptes rendus de la dixième conférence générale de l'Association géodésique internationale* (Bruxelles)].

(1) Cette lunette, construite en laiton, a $2^m,10$ de distance focale et $0^m,16$ d'ouverture.

vitesse des mouvements de déformation de l'instrument décroît rapidement avec le temps pendant l'échauffement. La flexion atteint la moitié de sa valeur, lorsque l'action calorifique des radiations s'est exercée durant environ deux minutes; elle est à peu près complète au bout de dix minutes. Les mêmes phénomènes se reproduisent dans le même ordre, en sens inverse, pendant le refroidissement.

» Voici les effets perturbateurs produits par diverses sources rayonnantes placées à un mètre de la lunette, pendant dix minutes :

Nature de la source.	Variation de la collimation.
Bec de gaz papillon consommant 200^lit à l'heure................	1",5 (1)
Lampe à huile à double courant d'air consommant 31^gr à l'heure..	0,5
Lampe à pétrole consommant 34^gr à l'heure....................	0,7

» J'ai aussi cherché à estimer l'ordre de grandeur des erreurs provoquées par la chaleur émanant de l'observateur lui-même. J'arrive à cette conclusion que la présence de l'astronome auprès de son instrument peut fort bien causer des inexactitudes de plusieurs dixièmes de seconde d'arc dans les déterminations. On n'est donc pas en droit de négliger, *a priori*, l'influence perturbatrice de l'observateur dans les recherches de haute précision.

» Les expériences ont été conduites en vue des observations d'ascensions droites. Il n'est pas douteux que des effets analogues se produisent aussi dans la détermination des distances polaires.

» Les lumières agissent peu sur les piliers de pierre des instruments à une distance supérieure à 1^m. Mais on ne saurait compter sur la fixité d'un pilier soumis, pendant plusieurs heures, au rayonnement d'une lampe placée à quelques décimètres seulement de sa surface. A cet égard, il est tout à fait défectueux de fixer des becs de gaz sur les supports d'un cercle méridien.

» Les constantes d'un instrument installé de la sorte, telles que l'inclinaison, l'azimut et le nadir, varient à coup sûr dans le cours d'une soirée (2). »

---

(1) Ce résultat a été vérifié avec la mire. Un bec de gaz à cheminée de verre, consommant également 200^{lit}, produit un effet perturbateur environ trois fois plus fort. Les lampes de ce type déforment les instruments à une grande distance : il est donc prudent de les exclure des salles d'observation.

(2) Je me propose de revenir sur ces questions dans un Mémoire étendu, qui sera prochainement inséré dans le *Bulletin astronomique*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes définies par l'inversion de différentielles totales.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je me propose, dans cette Note, d'étudier les fonctions uniformes x, y de deux variables u, v, définies par l'inversion de deux différentielles totales

$$(1) \qquad \begin{cases} P(x,y)\,dx + Q(x,y)\,dy = du, \\ P_1(x,y)\,dx + Q_1(x,y)\,dy = dv, \end{cases}$$

où P, P_1, Q, Q_1 sont algébriques en x, y. On peut toujours introduire une variable z liée à x, y par la relation algébrique

$$(2) \qquad S(x, y, z) = 0,$$

telle que P, P_1, Q, Q_1 s'expriment rationnellement en x, y, z et qu'inversement, à un système de valeurs x, y, P, P_1, Q, Q_1, ne corresponde qu'une valeur de z. Dans ces conditions, z est une fonction uniforme de u, v en même temps que x, y. Soit maintenant x_0, y_0, z_0 les valeurs de x, y, z pour $u = 0$, $v = 0$; l'intégrale générale de (1), supposée uniforme,

$$(3) \qquad \begin{cases} x = \varphi(u, v, x_0, y_0, z_0), \\ y = \psi(u, v, x_0, y_0, z_0), \\ z = \chi(u, v, x_0, y_0, z_0), \end{cases}$$

définit une transformation *biuniforme,* à deux paramètres u, v, de la surface S en elle-même. Deux cas généraux sont à distinguer, suivant que cette transformation est, ou non, *birationnelle.* Dans les deux cas, le nombre des périodes du couple d'intégrales abéliennes $u = \int P\,dx + Q\,dy$, $v = \int P_1\,dx + Q_1\,dy$, ne peut dépasser 4.

» Premier cas. — *La transformation* (3) *est birationnelle.* — Les fonctions $x(u, v)$, $y(u, v)$ admettent alors un *théorème d'addition :* autrement dit, si (x_1, y_1), (x_2, y_2), $(x_3\, y_3)$ sont les valeurs de x, y correspondant aux valeurs (u_1, v_1), (u_2, v_2), (u_3, v_3) de (u, v), x_3 et y_3 s'expriment algébriquement en x_1, y_1, x_2, y_2. D'après une proposition fondamentale de M. Weierstrass, x, y, z sont par suite des fonctions *abéliennes* de u, v ou des dégénérescences. Mais la démonstration de l'illustre analyste n'a jamais été ni enseignée, ni publiée. Dans le cas où le nombre des périodes est égal à 4, la proposition a été établie en toute rigueur, et M. Picard a donné ex-

plicitement les conditions nécessaires et suffisantes pour que x, y, z soient des fonctions abéliennes de u, v. Mais quand le nombre des périodes est moindre que 4, des difficultés d'un tout autre ordre se présentent. Sur ce point, la démonstration sommairement indiquée par M. Picard demanderait quelques compléments. Celle que je propose échappe à toute objection et s'étend à un nombre quelconque de variables; elle consiste à établir qu'il existe alors sur la surface S une famille de courbes unicursales. On voit ensuite aisément que *la surface* S *correspond birationnellement soit au plan, soit au cylindre* $Y^2 = 4X^3 - g_2 X - g_3$. Moyennant une transformation linéaire convenable effectuée sur (u, v), x, y et z sont, dans la première hypothèse, des fonctions rationnelles de u, v, ou de e^u, v, ou de e^u, e^v; dans la seconde hypothèse, x, y, z sont des fonctions rationnelles de $p(u)$, $p'(u)$ et V, où V désigne une des expressions

$$V = v - C\frac{\sigma'(u)}{\sigma(u)}, \qquad V = e^v, \qquad V = e^v \frac{\sigma(C-u)}{\sigma(u)}$$

(C est une constante quelconque). On retrouve bien ainsi les dégénérescences des fonctions abéliennes [1].

» Deuxième cas. — *La transformation est biuniforme.* — Supposons d'abord qu'on puisse choisir les deux constantes d'intégration de façon qu'*une* d'entre elles figure algébriquement dans x, y, z. En appliquant les théorèmes généraux que j'ai établis sur les équations du second ordre, on voit que x, y, z s'expriment *algébriquement* en fonction d'une des combinaisons suivantes :

$$(1) \qquad u, \quad e^{v+R(u)},$$

$$(2) \qquad u, \quad p\left[v + \frac{\omega}{2i\pi}\log R(u) + \frac{\omega'}{2i\pi}\log R_1(u) + R_2(u)\right]$$

[les R désignant des fractions rationnelles et ω, ω' les périodes de $p(u)$];

» 3°, 4° (se déduisent de 1°, 2° en changeant u en e^u);

» 5° $p(u)$, $e^v \dfrac{\sigma(c-u)}{\sigma(u)} e^{\rho(u)+h\frac{\sigma'}{\sigma}(u)}$;

» 6° $p(u)$, $p_1(v + j(u)$, avec

$$p_1 \frac{\omega_1}{2i\pi}\log\left[\frac{\sigma(c-u)}{\sigma(u)}\rho(u)\right] + \frac{\omega'_1}{2i\pi}\log\left[\frac{\sigma(c-u)}{\sigma(u)}\rho_1(u)\right] + h\frac{\sigma'}{\sigma}(u) + \rho_2(u)$$

---

[1] Sous sa forme la plus générale, le théorème de M. Weierstrass s'énonce ainsi : *Si deux fonctions analytiques $x(u, v)$, $y(u, v)$ admettent un théorème d'addition, elles s'expriment algébriquement à l'aide des fonctions abéliennes de u, v ou de dégénérescences.* Ce théorème est une conséquence immédiate de ce qui précède.

[h, c désignant des constantes, et les ρ des fractions rationnelles en $\wp(u)$, $\wp'(u)$].

» Les seules de ces fonctions qui aient *quatre* couples de périodes distinctes correspondent à 6°, et elles *présentent nécessairement des points essentiels à distance finie*. Les seules fonctions méromorphes (non abéliennes) correspondent à 1°, 2°, 3° ou 4° et s'expriment algébriquement en fonction d'une des combinaisons

$$[u, e^{v+P(u)}], \quad \{u, \wp[v+P(u)]\}, \quad [e^u, e^{v+e^{-mu}P(e^u)}], \quad \{e^u, \wp[v+e^{-mu}P(e^u)]\},$$

P désignant un polynome et m un entier positif.

» Il resterait à examiner le cas où l'intégrale $x(u, v)$, $y(u, v)$ de (1) renfermerait les deux constantes d'intégration sous forme transcendante de quelque manière qu'on les choisît, mais ce cas ne saurait se présenter. On le montre en suivant la même voie, longue et difficile, que pour les équations $y'' = R(y', y)$, où R est rationnel en y', y (voir les *Comptes rendus*, juillet 1893). *Les cas énumérés sont donc les seuls où l'inversion des différentielles totales* (1) *conduise à des fonctions uniformes*.

» On peut se demander si les surfaces S, dont les coordonnées x, y, z s'expriment rationnellement en fonction de u, v dans les cas 1°, 2°, 3°, ..., 6°, sont distinctes de celles qu'introduisent les fonctions abéliennes ou leurs dégénérescences. Il n'en est rien. Les coordonnées x, y, z d'une telle surface S peuvent toujours s'exprimer en fonction rationnelle soit de t, θ, soit de $\wp(t)$, $\wp'(t)$, θ, soit de $\wp(t)$, $\wp'(t)$, $\wp_1(\theta)$, $\wp'_1(\theta)$.

» J'insiste en terminant sur l'existence, qui ne semble pas avoir été signalée jusqu'ici, de différentielles totales

$$u = \int P\,dx + Q\,dy, \qquad v = \int P_1\,dx + Q_1\,dy$$

à quatre périodes, dont l'inversion conduit à des fonctions uniformes non méromorphes. »

OPTIQUE. — *Sur le principe d'un accumulateur de lumière*. Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Poincaré.

« Les corps phosphorescents transforment, puis émettent dans l'obscurité, suivant des fonctions plus ou moins rapidement décroissantes du temps, la lumière qu'ils ont absorbée. A la suite de mes recherches sur l'émission de rayons X par le sulfure de zinc phosphorescent, préparé suivant mon

procédé industriel [1], j'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à rechercher les moyens de régler et surtout de retarder cette déperdition lumineuse.

» J'ai soumis, aux pressions moyennes (100^{kgr} par centimètre carré) dont je disposais, mon sulfure, mais sans succès; j'ai interposé, dans les ateliers de M. Carpentier, entre les deux pôles d'un électro-aimant puissant de 1200 unités, une plaque de verre enduite de ce corps, sans résultat notable; j'ai appliqué, immédiatement après l'illumination, sur l'enduit phosphorescent, des verres colorés, en particulier des verres jaune vert; l'action de ceux-ci est très faible, si elle existe.

» On sait que la chaleur précipite l'émission lumineuse (le frottement et la percussion aussi, sans doute à cause de la chaleur dégagée); ce fait, qu'il est aisé d'observer sur une surface phosphorescente dans tous les endroits où elle est en contact avec la chaleur de la main, peut être enregistré par la plaque photographique. En appliquant dans la chambre noire, contre le côté sensible d'une plaque au gélatino-bromure, un papier enduit

---

(1) *Comptes rendus,* 10 octobre, 24 octobre, 14 novembre 1892; 16 janvier 1893. — La *Lumière électrique,* 1893. — *Comptes rendus,* 10 février 1896. J'ai nettement distingué, dans la première de ces Notes, le sulfure que j'obtiens en *grains* ou en agglomérés, du sulfure que j'obtiens en *poudre,* celui-ci d'une intensité lumineuse moindre que le premier, mais beaucoup plus utile dans la plupart des applications (où l'état pulvérulent s'impose), et plus difficile d'ailleurs à obtenir que le premier. On obtient à volonté le grain ou la poudre, par des artifices de chauffe, lors de la calcination. L'insuccès relatif, que M. Henri Becquerel a enregistré dans la dernière séance avec un échantillon de mon sulfure en poudre, tient sans doute à une particularité de forme cristalline de cet échantillon. Je me suis convaincu autrefois, par des mesures photométriques, de la parfaite comparabilité des éclats de mon sulfure en *grains* et de la blende artificielle préparée par M. Sidot, sur des spécimens gracieusement mis à ma disposition par ce chimiste; et j'ai eu l'occasion plusieurs fois, dans ces derniers temps, de constater la supériorité, pour les applications photographiques avec les rayons X, du sulfure en grains sur le sulfure en poudre, dont la forme cristalline est, paraît-il, très difficile à déterminer. Ces résultats viennent d'être remarquablement confirmés dans la dernière séance par M. Troost, avec la blende artificielle obtenue par ce chimiste et par son illustre collaborateur, Henri Sainte-Claire Deville, blende artificielle dont la phosphorescence n'a été d'ailleurs signalée par ces savants, ni dans les *Comptes rendus* (t. LII, p. 921), ni dans les *Annales de Chimie et de Physique* (4^{e} série, t. V, p. 120), où sont exposés leurs procédés de préparation; je dois dire aussi que de ces deux préparations, l'une « facile » (fusion à parties égales de sulfate de zinc, de fluorure de calcium et de sulfure de baryum dans un creuset) ne m'a jamais donné aucune phosphorescence; l'autre, très laborieuse (volatilisation de blende naturelle dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène), donne parfois de beaux grains de sulfure phosphorescent, mais disséminés dans une masse naturellement hétérogène.

de sulfure de zinc et illuminé dix minutes avant, puis en posant ma main droite sur la face non enduite du papier, j'ai obtenu, au bout d'une minute, une ombre nette de ma main. Une plaque témoin, sur laquelle j'avais placé ma main gauche, un papier ordinaire étant interposé, ne m'a rien révélé au développement.

» Réciproquement, j'ai pensé que les froids intenses doivent empêcher l'émission lumineuse. L'expérience confirme cette prévision.

» En plongeant, immédiatement après l'illumination au magnésium, dans du chlorure de méthyle, qui bout à — 23° ou dans la neige d'acide carbonique, aspergée d'éther, à — 79°, un tube à essai rempli de sulfure de zinc, j'ai constaté que la partie immergée du tube devient immédiatement obscure (le sulfure n'émet plus de radiations ou très peu), beaucoup plus obscure à —79° qu'à — 23°, presque noire à la plus basse de ces températures; au niveau de la surface d'évaporation, on constate un anneau de teinte beaucoup plus obscure que le reste; c'est là, comme le prouve le thermomètre, que le froid est maximum. Quand on retire le tube, au bout de dix minutes, du réfrigérateur, la partie émergente, qui a baissé d'intensité suivant la loi que j'ai déterminée aux températures ordinaires, est notablement plus lumineuse que la partie inférieure; mais, au fur et à mesure que l'équilibre de température se rétablit dans le tube, la partie inférieure se met à briller, puis dépasse la partie supérieure et atteint bientôt une intensité qui diffère peu, autant qu'il est permis à l'œil d'en juger sans mesures, de l'intensité maxima.

» Quand on illumine au magnésium le tube plongé à moitié dans le liquide réfrigérant, on observe, en le retirant, les mêmes phénomènes, mais moins intenses; ceci d'accord, d'ailleurs, avec la loi de Kirchhoff sur la proportionnalité du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant.

» J'ai vérifié les mêmes faits pour le sulfure de calcium phosphorescent. Un appareil, construit par M. Fribourg, consistant en un flacon à trois tubulures, avec tubes à dégagement de vapeurs et adduction d'air comprimé, thermomètre et compte-gouttes d'éther, permet de faire ces expériences sans inconvénients.

» L'intensité i_t de mon sulfure, au bout du temps t, est donnée par la formule

$$i_t = \left(\frac{K}{t+C}\right)^{\frac{1}{m}},$$

K, C, m étant des constantes; en intégrant, on trouve, pour la quantité totale de lumière I émise par cette source dans l'éternité,

$$I = \frac{K^{\overline{m}}}{\frac{1-m}{m}} C^{\frac{m-1}{m}}.$$

C'est le maximum de lumière que puisse émettre le sulfure dans les conditions ordinaires : soit qu'il brille à la température ordinaire après avoir été préalablement placé dans le froid, soit qu'il séjourne indéfiniment dans le froid, la quantité totale de lumière émise sera toujours la même; seules les quantités émises au bout du même temps différeront. Je compte pouvoir prochainement préciser la nature de la fonction qui relie l'intensité maxima émise aux températures ordinaires à la durée du séjour préalable du sulfure dans des froids déterminés.

» Il serait possible, d'ailleurs, de compenser une légère déperdition lumineuse, en appliquant contre le sulfure des corps phosphorescents ou non, émettant, pendant des durées un peu longues, des radiations excitatrices, visibles ou non, de réfrangibilités plus fortes. Par exemple, le sulfure de calcium violet excite le sulfure de zinc; si l'on remplit à moitié de sulfure de calcium, préalablement illuminé, un tube étroit et si l'on place ce tube à l'intérieur d'un autre tube, de même longueur, rempli complètement de sulfure de zinc qu'on illumine à son tour, le sulfure de zinc brille plus longtemps à la partie inférieure qu'à la partie supérieure du tube. J'ai constaté que le nitrate d'urane, l'alumine, le fluorure de calcium émettent des radiations ultra-violettes qui, au bout de plusieurs heures, retardent encore un peu la déperdition lumineuse normale.

» Il est possible également de trouver dans l'électricité des moyens de modifier la loi d'émission des corps phosphorescents : placé dans les champs électromagnétiques produits par les courants à haute fréquence, ou exposé dans l'ampoule de Crookes aux courants d'induction ordinaires, le sulfure de zinc acquiert un éclat supérieur à son éclat de saturation dans les conditions normales.

» M. Raoul Pictet a annoncé que tous les corps sont diathermanes pour les radiations émises par les corps plongés dans des froids intenses : d'après cela, si une plaque sensible, placée hors du réfrigérateur, absorbait, pour l'impression photographique, les rayons X émis par des corps phosphorescents placés dans le réfrigérateur, il y aurait dans ce fait l'indice que les radiations X émises par ces corps ne sont pas de l'ordre des grandes longueurs d'onde; ce qui est presque certain; mais je dois laisser à des physiciens mieux outillés que moi le soin de poursuivre ces vérifications.

» Il serait facile d'imaginer, dès maintenant, un dispositif permettant d'emmagasiner la lumière solaire et de la restituer dans la nuit, à l'heure voulue; mais actuellement un accumulateur de lumière fondé sur le froid n'aurait de chances d'être pratique que dans les régions polaires, où le froid intense ne coûte aucun travail [1]. »

---

(1) Travail du laboratoire de Chimie minérale de M. le professeur Ditte.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les ondes barométriques lunaires et la variation séculaire du climat de Paris*. Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« *Révolution tropique*. — L'effet de la révolution tropique de la Lune a été déterminé antérieurement (voir *Comptes rendus* du 11 février et du 2 décembre 1895). Je me bornerai à ajouter ici à ce sujet que l'étude d'une révolution entière du nœud, de 1876 à 1895, montre, ainsi que je l'ai d'ailleurs déjà annoncé, que l'amplitude de l'onde tropique est proportionnelle à l'amplitude du mouvement de l'astre en déclinaison. Sur le méridien de Paris par exemple, au 70° N, la différence moyenne annuelle des pressions de lune boréale à lune australe est égale à $0^{mm},96$ par fortes déclinaisons linéaires et à $-0^{mm},06$ par déclinaisons faibles.

» *Révolution synodique*. — Les phases occupant au même mois de chaque année les mêmes positions par rapport aux équilunes et aux lunistices, l'action synodique est difficile à isoler et se manifeste surtout par des effets d'interférence, qui modifient l'amplitude ou déplacent la phase de l'onde tropique. Dans les moyennes générales, le minimum de cette onde, pour les régions intertropicales (son maximum, pour les régions septentrionales), est déplacé dans tout le cours de l'année du côté de la nouvelle Lune. Cet effet est très net sur l'hémisphère entier, dans une année isolée, 1882-1883, notamment sur le parallèle 10° N.

» Dans les moyennes d'une longue série d'années, en partageant la révolution tropique en huit périodes, entre deux équilunes ascendantes consécutives, on a, par exemple, pour le méridien de Paris et au 70° N, les séries suivantes qui donnent les écarts des pressions de ces huit périodes à la moyenne, élimination faite de la variation non périodique :

	Équl. asc.		Lun. bor.		Équl. desc.		Lun. austr.	
Hiver (NL au lun. aust.)...	73	57	33	−51	−52	−24	−4	26
Printemps (NL à l'équl. asc.).	106	145	81	−34	−106	−69	−32	−61
Été (NL au lun. bor.)......	1	24	34	−9	−23	−10	−11	−14
Automne (NL à l'équl. desc.).	−103	−29	24	78	72	52	−52	−108

» On voit par ce Tableau les effets de l'interférence des deux ondes et le déplacement du maximum, qui se traduit, dans les régions intertropicales, par un déplacement dans le même sens du minimum corrélatif.

» Il est du reste possible, dans certaines circonstances, de séparer, au moins en partie, les deux ondes composantes. L'amplitude de l'onde

synodique est en effet constante, tandis que celle de l'onde tropique est variable avec la déclinaison maxima de la Lune. D'autre part, les actions synodique et tropique sont contradictoires en hiver, la nouvelle Lune tombant vers le lunistice austral. Il en résulte qu'en groupant ensemble, pour la saison d'hiver, les années à fortes et les années à faibles déclinaisons lunaires, on obtient deux séries qui diffèrent entre elles par l'amplitude de l'onde tropique. Voici ces deux séries, calculées comme les précédentes :

Déclinaisons lunaires fortes.	196	138	19	—130	—134	—111	—39	99
Déclinaisons lunaires faibles.	—50	—24	—18	29	30	62	31	—10

» La phase est ici, comme il fallait s'y attendre, complètement renversée, la première série présentant surtout les caractères de l'onde tropique, qui y est très prédominante, tandis que la seconde fournit l'onde synodique.

» *Révolution anomalistique.* — L'influence de la révolution anomalistique ne saurait être mise en évidence dans une année isolée, le périgée et l'apogée y occupant à peu près les mêmes places en toute saison par rapport aux lunistices. Dans les moyennes d'une longue série d'années, 1876-1895, le périgée en lune boréale augmente l'amplitude de l'onde tropique. Sur le méridien de Paris, au 70° N, la différence moyenne annuelle des pressions, de lune boréale à lune australe, est égale à $1^{mm},06$ par périgée en lune boréale et à $0^{mm},62$ par périgée en lune australe.

» *Révolutions du nœud et du périgée.* — En outre de ces oscillations périodiques et symétriques, qui ne semblent pas influencer l'état général moyen de l'atmosphère, il est d'autres mouvements importants, qui se manifestent au contraire dans les moyennes générales, mensuelles ou annuelles. Ces mouvements, dépendant des révolutions du nœud et du périgée, ne peuvent sortir que de très longues séries d'observations, telles que celle que M. Renou a dépouillée et mise en ordre pour Paris, de 1757 jusqu'à nos jours. Si l'on groupe ensemble les mois et années de cette longue suite, d'après la révolution du périgée, on obtient les séries suivantes, qui sont en toute saison très régulières, tant pour la température que pour la pression moyenne.

Périgée coïncidant avec :		Équ. asc.		Lun. bor.		Équ. desc.		Lun. aust.		
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Pression.	hiver ...	56,48	56,21	56,92	57,14	57,57	57,06	56,72	56,56	56,36
	été	57,27	57,46	57,56	57,54	57,64	57,47	57,21	57,02	57,09
	année ...	56,48	56,45	56,68	56,70	56,82	56,53	56,42	56,32	56,28
		°	°	°	°	°	°	°	°	°
Température...	hiver....	2,84	2,82	3,08	3,48	3,62	3,58	3,33	3,21	3,00
	été......	18,27	18,39	18,27	18,47	18,51	18,49	18,27	18,10	18,24
	année...	10,60	10,68	10,70	10,86	10,81	10,75	10,61	10,56	10,62

» Je me bornerai, pour l'instant, à observer à ce sujet que, dans l'année où nous sommes, le périgée tombant vers l'équilune descendante et, de plus, les déclinaisons lunaires étant très fortes, les deux effets s'ajoutent et paraissent suffisants pour rendre raison de la pression et de la température élevées de l'automne et de l'hiver de 1895-1896.

» L'action combinée du nœud et du périgée conduit à la considération d'un cycle de 186 années solaires, comprenant 10 révolutions du nœud et 21 du périgée, au bout desquelles le nœud et le périgée reprennent, à peu près identiquement, la même position par rapport à une commune origine. C'est à ce cycle de 186 ans qu'il convient, je crois, de rapporter la grande variation que le P. Dechevrens a signalée dans une Note récente et que j'ai moi-même observée, non seulement pour la pression, mais encore pour la température et la pluie. S'il en est réellement ainsi, comme le minimum barométrique s'est produit vers 1840, nous devons nous attendre à voir, sous le climat de Paris, la pression et la température moyennes augmenter, la pluie, au contraire, diminuer, jusque vers la fin du premier tiers du siècle prochain. »

PHYSIQUE. — *Recherches cryoscopiques*. Note de M. A. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Par une méthode que j'ai déjà décrite (*Comptes rendus* du 30 avril 1894) et appliquée aux solutions de chlorure de sodium (*Comptes rendus* du 11 février 1895), j'ai recherché et établi la courbe des coefficients d'abaissement moléculaire des solutions de plusieurs corps ; la concentration étant exprimée par le poids du corps dissous dans 100gr de solution.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° *Valeur limite de l'abaissement moléculaire*. — Elle est donnée, pour les onze corps que j'ai étudiés, dans le Tableau ci-dessous :

$C^{12}H^{22}O^{11}$	18,77	NaCl	34,28	$BaCl^2$	50,5
$C^2H^4O^2$	18,5	KCl	34,16	$CaCl^2$	51,8
$C^2H^2O^4$	33,95	KBr	34,82	$Ph(AzO^3)^2$	47,0
				K^2SO^4	48,45
				H^2SO^4	47,20

» On peut remarquer que les matières organiques n'ont pas toutes pour abaissement moléculaire limite un nombre voisin de 18,5 et que les sels minéraux de même constitution chimique n'ont pas rigoureusement le même abaissement moléculaire limite.

» Ces résultats sont opposés à l'hypothèse émise par Arrhénius que les ions auraient un même pouvoir d'abaissement du point de congélation, égal à 18,5. D'après cette hypothèse, on devrait trouver 37 pour les corps de même constitution que NaCl et 55,5 pour ceux de même constitution que $BaCl^2$.

» 2° *Forme de la courbe des abaissements moléculaires.* — J'ai établi cette courbe pour chaque corps en prenant pour abscisses les abaissements et pour ordonnées les abaissements moléculaires.

» La courbe de KCl, celle de KBr et celle de $C^2H^4O^2$ ont la même forme que celle de NaCl : elle vient couper presque perpendiculairement l'axe des ordonnées, ce qui indique que, pour les solutions très étendues, l'abaissement du point de congélation est pratiquement proportionnel au poids du sel dissous dans 100^{gr} de solution.

» J'ai montré qu'il devait en être ainsi pour tous les corps dont les solutions suivent la relation de Van't Hoff $\pi V = iR_sT$ (i étant constant) si l'on admet que dans une colonne de solution on peut négliger la variation de concentration de la solution avec la hauteur (*Comptes rendus* du 25 février 1895).

» Les résultats que j'ai obtenus pour les solutions sucrées m'ont prouvé qu'on ne pouvait pas faire cette négligence dans tous les cas : en effet, la courbe des abaissements moléculaires du sucre montre que l'abaissement moléculaire croît constamment avec la concentration.

» On ne connaît pas de relation simple et pratique entre la concentration d'une solution au sommet et à la base d'un tube osmotique et la hauteur de ce tube. Les mesures de Pfeffer ont montré que la pression osmotique d'une solution sucrée est égale à la pression qu'aurait le sucre de cette solution s'il pouvait exister seul avec les propriétés d'un gaz parfait dans l'espace occupé par la solution. J'ai été conduit, par ce résultat et par diverses considérations sur la pression osmotique, à supposer que le sucre était distribué dans une colonne de solution sucrée, comme il le serait s'il occupait seul cette colonne et à l'état de gaz parfait.

» D'après cette hypothèse, la hauteur d'une colonne de solution contenant S_{gr} de sucre dans l'unité de volume au sommet et S'_{gr} à la base est égale à $iR_sT \log \frac{S'}{S}$. Elle est, d'autre part, égale à $iR_sT \frac{S'}{100} \frac{1}{D_m}$ si la base de la colonne est séparée de l'eau pure par une paroi semi-perméable (*Comptes rendus*, 25 février 1895). De plus, si la solution est à son point

de congélation au sommet, cette hauteur est encore égale à $R_e T \log \frac{F}{f}$ (*Comptes rendus*, 29 octobre 1894).

» J'ai pu vérifier que cette hypothèse concorde bien avec les résultats expérimentaux, surtout pour les solutions diluées.

» On peut alors tirer cette conséquence que, dans une colonne de solution sucrée, placée dans un tube osmotique dont la partie inférieure plonge dans l'eau pure, la pression osmotique n'est égale à la pression gazeuse qu'au niveau de l'eau pure.

» Les courbes de $C^2H^2O^4$, de $Pb(AzO^3)^2$ et de K^2SO^4 indiquent que l'abaissement moléculaire décroît constamment jusqu'au point de formation du cryosel, quand on augmente la concentration. Les courbes de $BaCl^2$, $CaCl^2$, SO^4H^2 indiquent que l'abaissement moléculaire décroît d'abord très rapidement quand la concentration augmente, qu'il passe par un minimum et croît ensuite.

» Les solutions de ces deux derniers groupes de corps ont une chaleur de dilution qui n'est pas négligeable, même pour les plus faibles concentrations; elles ne suivent pas la relation de Van't Hoff, ou si l'on veut leur appliquer cette relation, i a une valeur variable avec la concentration [1] ».

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la structure et la constitution des alliages de cuivre et de zinc.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note présentée à l'Académie en 1893, nous indiquions que l'examen microscopique de la structure du laiton permettait de suivre les modifications produites dans ce métal par le traitement mécanique ou thermique. Depuis cette époque, nous avons examiné de la même façon un grand nombre d'alliages de cuivre et de zinc, de compositions variées, et soumis à divers traitements. L'ensemble de ces recherches conduit aux conclusions suivantes :

» I. Les alliages qui contiennent de o à 35 pour 100 de zinc environ présentent tous les mêmes caractères micrographiques; le métal obtenu par coulée est formé par l'agglomération de longues aiguilles dendritiques dont les ramifications sont souvent à angle droit; les dimensions de ces

---

(1) Travail fait au Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne.

cristallites dépendent surtout de la vitesse de solidification du métal. Quand on maintient le métal à une température élevée mais inférieure au point de fusion, les cristaux se développent, deviennent plus nets, et finissent par envahir toute la masse (1). Ce sont alors des octaèdres présentant de nombreuses mâcles et dont les dimensions sont d'autant plus grandes que le métal a été chauffé à une température plus élevée. Nous n'avons pu, jusqu'à présent, effectuer la mesure des angles de ces cristaux, mais ils semblent avoir identiquement la même forme et constituer la totalité de la masse, aussi bien dans le cuivre rouge que dans l'alliage à 34 pour 100 de zinc, et tous les alliages intermédiaires, ce qui conduit à considérer tous ces métaux comme formés par des mélanges isomorphes. Pour ce groupe de métaux, il y a donc deux structures bien nettes : l'une, à cristallites dendritiques correspond aux métaux fondus; l'autre, formée de cristaux octaédriques très nets, correspond à l'état de recuit complet; tout écrouissage se reconnaît à l'existence de cristaux déformés et tout recuit incomplet à l'apparition de cristaux petits et mal développés.

» Quand la proportion de zinc dépasse 34 pour 100, la structure du métal change; le métal fondu est formé de cristallites à bords arrondis et sans ramifications dendritiques; cette structure ne se développe pas sensiblement par recuit, et, quel que soit le traitement subi par le métal, on a toujours deux substances différentes, des cristaux englobés dans un magma. Quand la proportion du zinc augmente, ces cristaux deviennent plus rares; au-dessus de 45 pour 100, le métal est formé de grandes plaques à contours polygonaux, qui semblent s'être développées autour d'un certain nombre de centres de solidification et à l'intérieur desquelles on distingue de petits cristaux. Quand la proportion de zinc atteint 67 pour 100, on a un alliage à cassure conchoïdale et qui paraît sensiblement homogène; mais, dès que la proportion de zinc devient plus forte, la potasse dissout certaines régions et met en évidence des cristaux mal formés qui semblent englobés dans du zinc.

» II. Les observations relatives à la structure microscopique permettent d'interpréter certains faits relatifs aux propriétés mécaniques. Dans les alliages à structure nettement cristalline (de 0 à 34 pour 100 de zinc), les impuretés se localisent entre les cristaux. Dans les laitons industriels, ces impuretés, qui sont presque toujours des métaux faibles, plomb et étain,

---

(1) Cette cristallisation par recuit a déjà été signalée et utilisée par MM. Fouqué et Michel Lévy dans leurs études sur la reproduction des roches éruptives.

forment une soudure très résistante à froid; on constate, en effet, que les déformations et les cassures se produisent à l'intérieur des cristaux, ce qui explique pourquoi la cassure de ces alliages, formés de grands cristaux, présente un grain très fin. Mais, si l'on élève la température, la résistance de la soudure diminue rapidement et, dès qu'on a dépassé 200°, les métaux deviennent très fragiles, la rupture se produisant entre les faces des cristaux. Quand la proportion de zinc est de 40 pour 100 environ, cet effet ne se produit pas; les cristaux n'occupent jamais toute la masse, et les impuretés se trouvant réparties dans un magma assez important ne l'affaiblissent pas aussi rapidement. On sait, en effet, que les laitons contenant de 36 à 45 pour 100 de zinc environ sont forgeables à chaud.

» III. Les propriétés physiques des alliages de cuivre et de zinc indiquent nettement l'existence du composé défini $CuZn^2$ (67,3 pour 100 de zinc) qui a d'ailleurs été isolé par M. Le Chatelier; les recherches de M. Riche sur les densités indiquent également une perturbation dans le voisinage de l'alliage Cu^2Zn (34,5 pour 100 de zinc). En rapprochant ces résultats de ceux fournis par l'étude microscopique, nous avons été conduits à émettre les hypothèses suivantes sur la constitution des alliages de cuivre et de zinc : les alliages contenant de 0 à 34,5 pour 100 de zinc seraient formés par des mélanges isomorphes de cuivre avec le composé Cu^2Zn; les alliages contenant de 34,5 à 67,3 pour 100 de zinc seraient des mélanges, en proportions variables de Cu^2Zn (composé malléable) et de $CuZn^2$ (composé dur et brisant), se rapprochant plus ou moins, suivant leur composition, des propriétés de l'un ou de l'autre alliage défini; enfin, les alliages contenant plus de 67,3 pour 100 de zinc seraient des mélanges de zinc avec le composé $CuZn^2$. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le rôle de l'alumine dans la composition des verres.* Note de M. **Léon Appert**, présentée par M. Mascart.

« Les essais analytiques et synthétiques que j'ai faits sur les verres de vitraux anciens m'ont amené à des conclusions qui me paraissent intéressantes au point de vue pratique et industriel :

» 1° L'introduction de l'alumine dans les verres empêche et, tout au moins, retarde la dévitrification qui tend toujours à se produire par suite d'un abaissement lent et répété de la température;

» 2° La présence de l'alumine dans un verre permet de remplacer sans

inconvénient et, au contraire, avec avantage, une partie de la base alcaline, soude ou potasse, par une quantité équivalente de chaux. Le verre, ainsi modifié dans sa composition, est plus solide, moins altérable et plus élastique.

» 3° L'alumine peut être substituée à la silice, sans inconvénient, dans une proportion ne dépassant pas 7 à 8 pour 100. La fusibilité du verre en est légèrement augmentée. Sa malléabilité n'en est pas sensiblement diminuée.

» 4° Les seuls inconvénients que peut amener l'emploi de l'alumine pour les verres incolores résident dans l'augmentation de coloration qu'elle peut leur procurer. Cette coloration résulte, non de l'alumine elle-même, mais de son action sur l'oxyde de fer, toujours contenu à l'état d'impureté, qu'elle tend à faire passer au minimum.

» En résumé, l'emploi de l'alumine qui, seule, permet l'introduction, dans les verres à bouteilles, de fortes proportions de bases terreuses, doit être étendu également aux verres destinés à d'autres usages, tels que les verres à glaces, les verres à vitre et principalement les verres de gobeleterie. Les qualités de ces verres n'en seront qu'améliorées.

» L'introduction de l'alumine peut être faite avantageusement, dans ce cas, par l'emploi d'argiles pures ou, de préférence, par l'emploi de feldspaths qu'on trouve à bas prix. On devra choisir des matières premières les plus pures possibles parmi celles destinées à fournir la silice, la soude et la chaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution du rhodinol.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons soumis à l'oxydation, au moyen du mélange sulfochromique, le rhodinol pur dont nous avons indiqué la préparation dans une récente Note. Nous avons obtenu :

» 1° Un produit volatil bouillant à 90° sous 10^mm, possédant une assez forte odeur de menthe, et répondant à la formule

$$C^{10}H^{18}O;$$

c'est une aldéhyde à laquelle nous donnerons le nom de *rhodinal* et sur l'étude de laquelle nous reviendrons très prochainement.

» 2° Un acide monobasique huileux, d'une odeur forte et désagréable, bouillant à

147° sous 10^{mm}, que nous appellerons *acide rhodinique;* cet acide, qui a pour formule

$$C^{10}H^{18}O^{2},$$

fixe une molécule de brome; il est identique au produit déjà décrit par nous dans notre première Note, sur l'oxydation du rhodinol de l'essence de pélargonium, et auquel nous avons attribué par erreur la formule

$$C^{10}H^{16}O^{2}.$$

» Cet acide fournit une paratoluide qui distille à 235°-240° sous 10^{mm} et se prend en masse par le refroidissement; elle forme de fines aiguilles soyeuses très solubles dans les dissolvants neutres, sauf l'éther de pétrole, et fond à 92°. Cette combinaison peut servir à caractériser l'acide rhodinique.

» 3° Une huile neutre bouillant à 190° sous 10^{mm}, d'une odeur désagréable et possédant la composition

$$C^{20}H^{36}O^{2};$$

ce corps constitue le rhodinate de rhodinyle; il est aisément dédoublé par la potasse alcoolique en rhodinol et rhodinate de potassium.

» Il se fait simultanément des produits d'oxydation plus avancée, qui sont :

» 1° La diméthylcétone que nous avons caractérisée par son odeur, son point d'ébullition, la production d'iodoforme et sa combinaison avec la semi-carbazide.

» 2° Un acide cristallisé bibasique $C^{7}H^{12}O^{4}$, soluble dans l'eau, et fondant à 95°. Cet acide, que nous avons décrit dans notre première Note sous le nom d'*acide α-méthyladipique*, est, en réalité, identique à l'acide β-méthyladipique, malgré la différence des points de fusion. (Semmler, 84°; Baeyer, 89°.)

» Nous avons préparé les anilides de l'acide β-méthyladipique obtenu par oxydation de la pulégone et de l'acide d'oxydation du rhodinol; ils forment l'un et l'autre de belles aiguilles incolores dont les solubilités semblent identiques; il y a, néanmoins, une légère différence dans les points de fusion observés : le premier fond à 196°-197°, le second à 199°-200°.

» L'étude des propriétés cristallographiques et des propriétés optiques, faite par M. Offret sur ces deux anilides, a démontré leur parfaite identité.

» Les cristaux aplatis suivant $h^{1}(100)$ et allongés suivant $h^{1}g^{1}(100)(010)$ appartiennent au système orthorhombique, et présentent les faces $m(110)$ et $h^{1}(100)$; dans les deux cas l'angle des normales aux faces m est égal à 70°42′, et enfin leurs paramètres cristallographiques

$$a:b:c = 0,709:1:c\ (^{1}).$$

(1) L'absence de pointement n'a pas permis la détermination du paramètre c.

Au point de vue optique ces cristaux sont négatifs et l'angle des axes optiques assez ouvert est identique pour les deux substances.

» Nous avons pu également établir l'identité des deux acides en question par l'étude des produits de la distillation de leur sel de calcium. Nous avons obtenu dans les deux cas le β-méthylcétopentaméthylène, découvert par M. Semmler, que nous avons caractérisé par sa semi-carbazone, qui forme de belles aiguilles blanches peu solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther et fondant à 185°.

» L'oxydation du rhodinol des roses a fourni rigoureusement les mêmes résultats; nous avons notamment pu caractériser l'acide rhodinique au moyen de sa paratoluide; l'acide β-méthyladipique a été isolé et analysé.

» Les deux alcools $C^{10}H^{20}O$ extraits de l'essence de pélargonium et de l'essence de roses sont donc identiques; nous les désignerons indistinctement sous le nom de *rhodinol*.

» La formation du rhodinal, de l'acide rhodinique et du rhodinate de rhodinyle montre que le rhodinol est un alcool primaire; la fixation de brome sur l'acétate de rhodinyle et l'acide rhodinique établit l'existence d'une liaison éthylénique; le rhodinol est donc un alcool primaire à chaîne ouverte, et possédant une liaison éthylénique.

» L'oxydation plus profonde qui le scinde nettement en acétone et acide β-méthyladipique permet de lui attribuer l'une des deux formules de constitution

$$(1) \qquad {CH^3 \atop CH^3}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}H} - CH^2 - CH^2OH,$$

$$(2) \qquad {CH^3 \atop CH^3}\!\!>C = CH - CH^2 - \overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}H} - CH^2 - CH^2 - CH^2OH,$$

entre lesquelles il reste à choisir. Nous pensons que la formule (1), qui est celle d'un dihydrolémonol, doit être choisie de préférence. Nous espérons d'ailleurs pouvoir établir prochainement la position du groupe CH^3, ce qui fera disparaître toute incertitude. »

BOTANIQUE. — *Explication de la fleur des Crucifères d'après son anatomie.* Note de M. O. LIGNIER, présentée par M. Guignard.

« La fleur des Crucifères a été l'objet de nombreuses discussions; toutefois, celles-ci n'ont guère porté que sur la valeur des étamines tétrady-

names et du gynécée. Le calice et la corolle ont toujours été considérés comme formés à la façon de ceux des fleurs tétramères et comme correspondant à la formule $4S + 4P$. En ce qui concerne les étamines, trois opinions principales ont été émises : 1° il n'existe qu'un seul verticille tétramère dont les deux étamines antérieure et postérieure sont dédoublées; 2° il existe deux verticilles dimères et alternes, les deux étamines du verticille supérieur étant dédoublées; 3° il existe deux verticilles tétramères superposés à ceux du périanthe, mais les deux étamines antérieure et postérieure du verticille inférieur sont avortées. Quant au gynécée, il comprendrait soit deux carpelles à bords soudés et placentaires dans le plan antéro-postérieur, soit quatre carpelles dont les deux inférieurs, situés dans le plan transversal, seraient stériles et dont les deux supérieurs, dans le plan antéro-postérieur, seraient fertiles. Les glandes qui entourent les bases des appendices floraux ont quelquefois été considérées comme des rudiments de pièces florales avortées.

» L'étude anatomique de la fleur de Crucifère et sa comparaison avec celle de Fumariée (¹) m'ont conduit à une opinion totalement différente de toutes celles qui ont été émises jusqu'à ce jour.

» Et d'abord, l'anatomie montre que, de même que chez les Fumariées : 1° chaque mériphyte floral comprend *trois faisceaux à la base de la feuille florale qu'il dessert;* 2° l'insertion des mériphytes floraux successifs est *d'autant plus large qu'ils appartiennent à un verticille plus élevé;* 3° les feuilles florales *ont tendance à se trilober et cette tendance est surtout accentuée dans les verticilles supérieurs.*

» A ces résultats généraux, l'étude anatomique m'a permis de joindre les faits suivants :

» Les deux sépales inférieurs ne sont pas, comme on l'admet ordinairement, vraisemblablement par raison d'alternance, ceux du plan antéro-postérieur. Ce sont, à n'en pas douter, *ceux du plan droite-gauche,* c'est-à-dire les pétales gibbeux; leurs mériphytes quittent, en effet, la couronne normale et la tige bien avant tous les autres.

» Le deuxième verticille comprend deux mériphytes trifasciculés qui desservent non seulement les deux petits sépales du plan antéro-postérieur, mais aussi *les quatre pétales.* Il y a, dans ce fait, une analogie frappante avec ce qu'on observe dans les pétales trilobés du verticille supérieur de l'*Hypecoum* et dans l'androcée des Fumariées.

(¹) O. Lignier, *Explication de la fleur des Fumariées d'après son anatomie* (*Comptes rendus,* 9 mars 1896).

» Les six étamines sont desservies par deux mériphytes seulement, de même que les six étamines du *Dicentra spectabilis*. Elles doivent, par suite, être considérées comme *appartenant à deux feuilles tristaminées*, situées dans le plan transversal; les étamines courtes y sont médianes, les longues latérales.

» Le gynécée est, lui aussi, comparable à celui des Fumariées et comprend, comme le leur, deux feuilles carpellaires trilobées *situées dans le plan antéro-postérieur*, c'est-à-dire *alternes avec les deux feuilles staminales*.

» Enfin, les glandes nectarifères ont une origine nettement différente de celle des verticilles floraux. En aucun cas, elles ne représentent des pièces de ces verticilles qui seraient avortées.

» En somme, la fleur de Crucifère renferme un mélange de particularités de structure que j'ai déjà signalées chez les Fumariées, principalement chez le *Dicentra spectabilis* ou chez l'*Hypecoum*, jointes à des particularités propres, et l'on peut comparer verticille à verticille les fleurs des deux familles.

» Les deux sépales antérieur et postérieur des Fumariées manquent chez les Crucifères. Les deux pétales gibbeux du *Dicentra* correspondent aux sépales gibbeux des Crucifères.

» Les pétales trilobés inférieurs de l'*Hypecoum* correspondent aux petits sépales et aux pétales des Crucifères, ces derniers n'étant que les lobes latéraux de feuilles dont les sépales sont les lobes médians.

» Les six étamines des Crucifères sont, comme celles du *Dicentra*, desservies par deux mériphytes seulement et appartiennent par conséquent à deux feuilles trilobées; toutefois la spécialisation des étamines latérales est ici plus grande. La bilocularité des anthères au sommet de ces dernières chez les Crucifères n'est pas un argument sérieux contre cette assimilation, d'autant plus que dans le genre *Athelanthera*, ces anthères peuvent être uniloculaires, comme celles des Fumariées. De même le fait que les étamines longues sont insérées plus haut que les étamines courtes ne peut pas être sérieusement invoqué contre les indications fournies par l'Anatomie; il arrive, en effet, très fréquemment, que les bords d'une feuille ordinaire ou d'une feuille florale sont insérés sur la tige plus haut que son milieu.

» L'assimilation du gynécée chez les Crucifères avec celui des Fumariées ne souffre aucune difficulté, aussi a-t-elle déjà été faite par d'autres botanistes. La principale différence entre ces deux familles réside dans l'existence de la cloison ovarienne; or on sait que celle-ci est due à une émergence parenchymateuse des carpelles; elle n'a aucune importance au point de vue qui nous occupe.

» Ainsi donc la fleur des Crucifères comprend quatre verticilles de

feuilles opposées et alternes; elle répond à la formule :

$$S2, \quad (S+P)2, \quad E2, \quad C2.$$

» La présente Note, venant s'ajouter à celle sur les Fumariées, montre les services importants que l'Anatomie peut rendre dans la lecture de la fleur. Elle donne, en outre, quelques renseignements généraux sur l'interprétation de certaines particularités florales.

» Ainsi il peut y avoir danger, même dans deux familles très voisines, à homologuer ou à distinguer les verticilles floraux en se basant uniquement sur leur différenciation physiologique (pétaloïde ou sépaloïde).

» La spécialisation physiologique différente de pièces florales complètement isolées les unes des autres, pas plus d'ailleurs que leur insertion à des niveaux un peu différents, ne prouve d'une façon certaine qu'elles appartiennent à des feuilles différentes. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique des environs d'Héraclée (Asie Mineure)*. Note de M. **H. Douvillé**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« A la suite d'un voyage de mission de M. Armas, élève à l'École des Mines de Paris, nous avons reçu de M. Ralli, ingénieur des Mines de Coslou (30^{km} à l'est d'Héraclée, aujourd'hui Eregli), une série de fossiles qui nous ont permis de reconnaître la succession de couches suivante, de bas en haut :

» 1° Calcaire carbonifère, avec *Productus giganteus, Syringophyllum* (2 esp.) et autres Polypiers.

» 2° Terrain houiller; nombreuses empreintes de plantes, qui ont fait l'objet d'une étude spéciale de M. Zeiller (*Comptes rendus*, 4 juin 1895), et qui démontrent l'existence du *Culm* et du *Westphalien*.

» Ces couches sont directement recouvertes en stratification discordante par le Crétacé :

» 3° Urgonien; calcaire cristallin grisâtre pétri par places de *Requienia gryphoïdes* et de *Toucasia*.

» 4° Albien; ensemble complexe de couches argileuses et gréseuses, à grain plus ou moins fin et de couleur foncée, qui, par leur faciès, rappellent le *Flysch* des Pyrénées et des Alpes.

» A la base des argiles fines, dures et noires, très faiblement calcari-

fères, ont fourni : *Amm. Agassizi*, *Amm.* cf. *varicosus*, *Amm.* sp. A (¹), *Hamites* du groupe du *Simplex*, *Inocérames* écrasés, à rapprocher peut-être de l'*In. concentricus*. Cette faune est incontestablement albienne, et M. Seunes a recueilli l'*A. Agassizi* dans des couches presque identiques des Basses-Pyrénées.

» A ces couches paraissent subordonnés :

» 1° Des calcaires gréseux (Tchamly) à petites *Orbitolines*, *Nérinées* (rappelant les formes de l'Urgonien) et grandes *Natices* (? *N. Gasullæ* Coq.).

» 2° Des calcaires brun foncé à Rudistes (Illi-Sou), avec *Polyconites Verneuilli* et *Toucasia santanderensis;* cette faune, que nous avons précédemment étudiée et qui a une grande extension dans la région pyrénéenne et dans la péninsule espagnole, paraît devoir être placée à la limite de l'Aptien et du Gault.

» 3° Des grès argileux assez grossiers avec nombreux *Bivalves*, *Gastropodes* (grosses *Natices*) et empreintes de plantes (*Sequoia aliena*, Stnb.).

» A la partie supérieure, des grès tendres avec *Pecten* et *Neithea quadricostata*, recouverts eux-mêmes par des grès rouges et jaunes sans fossiles, appartiennent peut-être déjà au Cénomanien.

» Cet ensemble de couches paraît largement développée sur le littoral sud de la mer Noire, tout au moins dans la zone des bassins houillers, qui se succèdent à l'est d'Eregli, jusqu'à Amasra. Sur ce dernier point Schlehan a indiqué (en 1852) des niveaux tout différents; mais, comme les nombreux fossiles qu'il signale ont été uniquement déterminés par comparaison avec les figures de la Lethaea de Bronn, les citations de cet auteur doivent être revisées. D'Archiac a déjà fait observer que les terrains indiqués comme *de transition* sont caractérisés à la base, comme au sommet, par des *Productus* et des *Syringophyllum* et doivent être rapportés au *Carbonifé-rien;* c'est le prolongement des calcaires de Coslou. Au-dessus du *terrain houiller*, les Gryphées et Dicéras cités par Schlehan, dans des calcaires massifs, sont très probablement des *Requienia gryphoïdes* et des *Toucasia*. Enfin les grès argileux supérieurs, tantôt bleus, tantôt verts et rouges, avec Nérinées et autres Gastropodes, rappellent tout à fait les couches plus élevées de la série de Coslou.

» Dans les environs d'Eregli, Tchihatcheff a signalé des grès de cou-

(¹) Cette Ammonite du groupe de l'*A. planulatus* Sow. (*mayorianus* d'Orb.) se distingue de cette espèce par ses côtes externes beaucoup plus fines et ses sillons en forme d'accent circonflexe; elle n'est pas rare dans le Gault du sud-est de la France, mais elle a été jusqu'ici confondue à tort avec l'*A. mayorianus*.

leur foncée avec empreintes de plantes et *Neithea quadricostata*. Les observations de Viquesnel montrent que ces mêmes couches se prolongent vers l'ouest. Un peu au delà de l'embouchure du Bosphore, à Kila (Kilia ou Kilios), on retrouve des lambeaux de grès feldspathique à *Neithea quadricostata*, au milieu des roches éruptives pyroxéniques, tandis qu'à Iniada, au sud de Bourgas, affleurent des couches à *Orbitolines* (*O. concava*, d'après d'Archiac). Il faut signaler encore beaucoup plus à l'ouest, aux environs de Kostendil, et dans des couches à *Inocérames*, la découverte de cette même espèce d'Ammonite (spec. A.) qui caractérise le Gault de Coslou ; elle a été figurée par d'Archiac, qui la rapproche de *A. Guettardi*.

» Ces derniers gisements se rattachent au terrain crétacé des Balkans, sur lesquels nous avons des indications précises, grâce aux travaux de Hochstetter et de Toula ; les analogies avec la région d'Héraclée sont frappantes : le massif ancien, au nord-est de Sofia, renferme du *Culm* et du *terrain houiller ;* sur les terrains paléozoïques repose, en discordance, le terrain crétacé, présentant à la base un calcaire à *Toucasia* (Caprotinenkalk), attribué à l'Urgonien, et au-dessus un puissant massif de *Flysch* à *Inocérames* et *Orbitolines*, dont une partie au moins doit être assimilée (comme l'a fait Hochstetter) au *Gault* et peut-être au *Cénomanien*.

» La masse principale des Balkans, dirigée ouest-est, vient s'arrêter à la mer Noire, exactement comme les Alpes orientales à la plaine de Vienne ; mais au sud, vers Sliven et Iambol, on voit les couches crétacées s'infléchir vers le sud-est et se prolonger entre la mer Noire et le massif de l'Istrandja, pour aboutir aux couches à *Orbitolines* d'Iniada, signalées plus haut ; dans toute cette région des environs de Bourgas, les couches crétacées sont disloquées par des épanchements de roches éruptives, comme à l'embouchure du Bosphore. Ce rameau établit la continuité entre le Crétacé des Balkans et celui d'Héraclée.

» C'est donc sur la rive méridionale de la mer Noire qu'il faut placer le prolongement de la zone balkanique, et par suite de la *zone alpine*, jalonnée ici, comme dans les Alpes occidentales, par une ligne d'affleurements du terrain houiller ; les analogies que nous avons signalées entre le terrain crétacé d'Héraclée et celui des Basses-Pyrénées sont une nouvelle preuve de l'uniformité de constitution de toute cette zone.

» La mer Noire ferait ainsi partie de la série de dépressions que l'on observe au nord de la chaîne des Alpes et que l'on peut suivre, par les plaines du Danube, la vallée du Rhône et le bassin de la Garonne, jusqu'au golfe de Biscaye. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la météorite tombée le 9 avril 1894 près de Fisher (Minnesota).* Note de M. **N.-H. Winchell**, présentée par M. Fouqué.

« La chute de la météorite pierreuse qui fait l'objet de cette Note a eu lieu à Fisher (Minnesota) le 9 avril 1894. Le plus gros échantillon qui ait été recueilli entier pesait $4^{kg},31$; il est aujourd'hui conservé au Musée de l'Université de Minnesota à Minneapolis [1]. Une autre pierre de plus grande taille fut mise en pièces par les habitants qui s'en distribuèrent les fragments. C'est un de ceux-ci que j'ai étudié.

» La pierre, examinée à l'œil nu sur une cassure fraîche, offre l'aspect de la météorite de l'Aigle; elle est constituée par une masse grise finement grenue, montrant la structure chondritique qui devient très apparente au microscope; elle est parsemée de taches jaunes provenant de l'oxydation de particules métalliques (fer métallique et troïlite) très distinctes. La croûte possède la teinte brun noir foncé, la texture raboteuse et les cupules habituelles des météorites péridotiques sporadosidères oligosidères.

» Le poids spécifique est de 3,44.

» Cette météorite est essentiellement constituée par de l'olivine et de l'enstatite, une petite quantité de fer métallique et de troïlite, enfin par des produits plus rares qui vont être décrits plus loin.

» L'examen microscopique montre que l'olivine et l'enstatite se présentent en grains sans contours géométriques englobant des chondres de formes variées; ceux-ci sont essentiellement formés par les mêmes minéraux, mais renferment, en outre, assez souvent des produits incolores (*verre, maskelynite?*) et de la *tridymite* (asmanite). Les minéraux métalliques sont distribués irrégulièrement, aussi bien dans les chondres que dans la masse grenue. La roche présente des traces d'actions mécaniques puissantes.

» Une petite quantité de cette météorite a été réduite en poudre fine; les éléments métalliques ont été séparés par un électro-aimant. La poudre, débarrassée des minéraux magnétiques, a été placée dans un mélange d'iodure de méthylène et d'éther du poids spécifique de 2,776 qui a permis de séparer l'olivine et l'enstatite des minéraux plus légers sur lesquels j'ai

(1) *American Geologist*, t. XIV, décembre 1894.

pu recueillir les documents suivants après avoir tenté, par de nombreuses séparations fractionnées (à l'aide de mélanges de densité variée d'iodure de méthylène et d'éther), d'isoler chacun d'entre eux. Ce résultat n'a pu être obtenu d'une façon satisfaisante à cause de la très petite taille de ces minéraux, qui englobent toujours des inclusions extrêmement fines de tous les autres éléments de la météorite.

» Dans cette partie légère, j'ai pu distinguer les produits suivants :

» 1° *Maskelynite? verre*. — Les grains ou les chondres d'olivine et d'enstatite sont fréquemment englobés (structure pœcilitique) par un minéral incolore, beaucoup moins réfringent que l'olivine, riche en inclusions diverses, au nombre desquelles j'ai observé parfois de petits octaèdres d'un minéral qui n'a pu être isolé. Au milieu de cette substance, qui est isotrope, se rencontre un autre minéral un peu plus réfringent; il est peu biréfringent et présente des traces de macles rappelant celles des feldspaths tricliniques. L'écartement des axes optiques (2E) est d'environ 15° autour de la bissectrice aiguë négative. Sa composition chimique qualitative est la même que celle du produit isotrope; des essais microchimiques ont permis d'y reconnaître la présence de la silice, de l'alumine, de la chaux et de la soude. On peut se demander si l'on ne se trouve pas ici en présence de la *maskelynite* décrite par M. Tschermak dans la météorite d'Umjhiawar, qui est constituée par les mêmes éléments chimiques et qui présente parfois des traces de biréfringence au milieu d'une masse isotrope. Il y a lieu toutefois de faire remarquer que la réfringence du minéral biréfringent est assez notablement supérieure à celle du produit isotrope pour que l'on soit en droit de supposer que ces deux produits sont distincts.

» 2° *Tridymite* (*asmanite*). — Ce minéral forme de très petits grains incolores et transparents possédant les clivages, la cassure et les propriétés optiques de la tridymite (*asmanite*) de la météorite de Breitenbach. Le poids spécifique est voisin de 2,25. L'identité de mon minéral avec l'asmanite est encore confirmée par sa résistance à l'action de l'acide fluosilicique qui attaque tous les silicates de la météorite.

» L'existence de ces minéraux incolores et peu denses donne un vif intérêt à la météorite de Fisher, dont je continue l'étude [1] ».

---

[1] Travail fait dans le laboratoire de M. Lacroix, au Muséum d'Histoire naturelle.

ASTRONOMIE. — *Sur le bolide du* 10 *février* 1896. Extrait d'une Lettre adressée de Madrid à M. Tisserand par M. **Miguel Merino**.

« Le 10 février dernier, à $9^h 29^m 30^s$ du matin, par un ciel complètement pur et une atmosphère très calme, on a vu tout à coup, à Madrid, une lueur très vive, émanant d'un petit nuage élevé qui paraissait venir du sud-ouest, et se dirigeait lentement vers le nord-nord-est. Une minute trente secondes après, on a entendu une détonation terrifiante suivie d'autres de même intensité, comme s'il s'était produit une décharge d'une batterie d'artillerie ou l'explosion d'une poudrière.

» Le petit nuage d'où sont venues toutes ces décharges semblait fait de fumée très dense et rougeâtre; son aspect était extraordinaire. Il est demeuré longtemps à l'est du méridien, et à peu de degrés du zénith de l'observatoire, se diluant et s'agrandissant peu à peu, avec une tendance à se diriger vers l'horizon par l'est-sud-est. A $1^h 30^m$ du soir il n'avait pas encore complètement disparu.

» Le phénomène a été vu sur une très grande étendue de notre territoire, depuis l'île de Maiorque et les côtes de la Méditerranée (Valence, Tarragone, Barcelone, à l'est) jusqu'à la frontière du Portugal (Badajoz), et de la haute Andalousie (province de Jaen) jusqu'à la côte de Guipuzcoa, à peu près du sud au nord. En Catalogne, sur le versant de la Méditerranée, on l'a vu de plusieurs endroits presqu'à la même heure qu'à Madrid, et, en outre, *on a cru* le voir tomber par terre en fragments.

» Mais c'est au centre de l'Espagne (provinces de Madrid, Guadalajara, Cuenca, Albacete, Ciudad-Real et Tolède) que le phénomène se montra subitement dans toute son épouvantable splendeur. Au nord-ouest (Galicie) au nord (Asturies et Santander), et aussi dans quelques provinces de l'intérieur (Ségovie, Salamanque, Zamora, Léon, Valladolid), son apparition eut lieu sans exciter l'attention de personne que je sache.

» En dehors de Madrid, je ne connais personne en possession d'aucun fragment du bolide. A Madrid et à l'est, tout près de la ville, on a mis certainement la main sur quelques échantillons authentiques, de très petit volume, mais que les heureux possesseurs se réservent soigneusement. L'observatoire en a deux seulement : un du poids de 17^{gr}, l'autre de 52^{gr}, qui sont représentés dans les petites photographies que je vous envoie. Le troisième échantillon, du poids de 4^{gr}, appartient à une personne inconnue, qui n'a pas voulu nous le céder. »

M. **Paul Masson** adresse une Note « Sur un bolide représenté par Raphaël dans le tableau connu sous le nom de *Madone de Foligno* [1]. »

---

(1) Le globe de feu peint par Raphaël dans ce tableau a été l'objet d'une Communication faite à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 695), dans laquelle ont été signalés les détails intéressants et les faits historiques qui s'y rattachent.

M. Ellinger adresse, de Copenhague, une Note relative à une expérience confirmant les résultats obtenus par M. Le Bon, sur la lumière noire.

M. Gino Campos adresse, de Gênes, une Note relative à quelques expériences destinées à montrer que les radiations émises par les corps fluorescents présentent les propriétés de rayons Röntgen.

M. Chapel adresse une deuxième Note « Sur un point de la théorie cinétique des gaz ».

M. Laussedat dépose sur le Bureau de l'Académie un « Traité de l'art de lever les plans par la Photographie » (Photographic Survey), publié à Ottawa, en anglais, par M. *E. Deville*, arpenteur général du Canada.

M. Laussedat rappelle qu'il a eu, à deux reprises, l'occasion d'entretenir l'Académie des Travaux topographiques exécutés, sous la direction de M. Deville, dans les montagnes rocheuses et sur la frontière de l'Alaska, par la méthode photographique. Cette méthode se répand aujourd'hui partout en Europe; les Américains des États-Unis, qui avaient été d'abord réfractaires, l'ont adoptée après avoir vu les Canadiens à l'œuvre.

L'excellent Ouvrage de M. Deville, destiné principalement à guider les opérateurs de son pays, contribuera sûrement à lever les hésitations de ceux qui ont continué à considérer cette méthode comme peu pratique.

Après avoir rappelé des éléments de Géométrie descriptive indispensables, l'auteur décrit les principaux instruments de perspective, ceux qui servent à obtenir les images ou *perspectographes* et ceux qui servent à déduire les dimensions réelles des dimensions apparentes des objets représentés ou *perspectomètres*. Il fait ensuite l'exposé des opérations à effectuer sur le terrain et dans le cabinet, examine les questions de la construction des objectifs, des manipulations photographiques et de la manière d'étudier les propriétés des différentes préparations des surfaces sensibles. En un mot, tous les renseignements nécessaires pour faire le meilleur usage possible de cette méthode si simple et si féconde ont été réunis dans le petit volume dont il s'agit, par un auteur qui est sans doute aujourd'hui celui qui a acquis le plus d'expérience et obtenu les résultats les plus remarquables.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, en remplacement de M. le contre-amiral *Fleuriais*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 51,

M. Guyou	obtient.	46	suffrages.
M. Hatt	»	4	»
M. Turquet de Beauregard	»	1	»

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 44,

M. Hatt	obtient	34	suffrages.
M. Turquet de Beauregard	»	10	»

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Guyou**,
En seconde ligne.	M. **Hatt**.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 MARS 1896.

Traité de Mécanique générale, comprenant les Leçons professées à l'École Polytechnique, par M. H. Resal, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut. Tome II. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU et R. RADAU. Février 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Tables fondamentales du Magnétisme terrestre, par M. le Lieutenant général ALEXIS DE TILLO, Correspondant de l'Institut, etc. etc. Saint-Pétersbourg, 1896; in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, par M. E. GOURSAT, Maître de conférences à l'École Normale supérieure. Tome I. Paris, Hermann, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Note sur les verres des vitraux anciens, par M. LÉON APPERT, Ingénieur. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, par M. A. PONSOT: 1re Thèse : *Recherches sur la congélation des solutions aqueuses étendues*. 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Description et usage d'un appareil élémentaire de Photogrammétrie, par M. le Commandant V. LEGROS. Lille, Le Bigot frères, 1895; in-8°. (Présenté par M. Laussedat.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1896. Nos 58 à 71. 14 fasc. in-4°.

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences). Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. Mars et avril 1896. Directeur : JOSEPH VINOT. Mayenne, Soudée; 2 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1896. N° 2. Bruxelles, Hayez; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. IIIe livraison. 1895. Saint-Étienne, Théolier et Cie; 1 vol. in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par M. G. MITTAG-LEFFLER. 20 : 1. Stockholm, Beijer, 1896; 1 vol. in-4°. (Offert par M. Hermite.)

Photographic surveying including the elements of descriptive Geometry and Perspective, by E. DEVILLE, surveyor general of Dominion Lands. Ottawa, 1895; in-8°. (Présenté par M. Laussedat.)

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. October-december 1895. Berlin, 1895; 7 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 mars 1896.)

Note de M. *Georges-Adolphe Richard*, Photographie en couleurs :

Page 610, ligne 1 en remontant et page 611, ligne 1, *au lieu de* diazosulfite de fer, *lisez* diazosulfite de Feer.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium.* Note de M. Henri Becquerel.

1° *Action sur les corps électrisés.*

« Dans une des dernières séances de l'Académie, j'ai annoncé que les radiations invisibles émises par les sels d'uranium avaient la propriété de décharger les corps électrisés : j'ai continué l'étude de ce phénomène au moyen de l'électroscope de M. Hurmuzescu et j'ai pu constater, autrement que je l'avais fait par la photographie, que les radiations en question traversent divers corps opaques, en particulier l'aluminium et le cuivre. Le platine a présenté une absorption beaucoup plus considérable que les deux métaux précédents.

» Lorsque l'on suit le rapprochement progressif des feuilles d'or de l'électroscope pendant la décharge, on reconnaît que, pour des écarts qui

ne dépassent pas 30°, les variations angulaires sont très sensiblement proportionnelles au temps, de sorte que la vitesse du rapprochement ou la fraction de degré dont les feuilles d'or se rapprochent en une seconde peut donner une idée des intensités relatives des radiations actives. Je rapporterai seulement ici les nombres relatifs à l'absorption au travers d'une lame de quartz, perpendiculaire à l'axe et ayant 5^{mm} d'épaisseur. Les vitesses sont exprimées en secondes d'arc et en secondes de temps.

» Une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium placée au-dessous des feuilles d'or, dissipait la charge de l'électroscope avec une vitesse représentée par 22,50. L'interposition de la lame de quartz a réduit la vitesse à 5,43; le rapport des deux nombres est 4,15.

» J'ai cherché si les radiations émanées de la paroi phosphorescente d'un tube de Crookes étaient affaiblies par la même lame de quartz dans un rapport qui fût du même ordre de grandeur. Un tube de Crookes a été disposé à l'extérieur de l'électroscope, en regard d'une des faces de la lanterne dont le verre avait été remplacé par une plaque d'aluminium de $0^{mm},12$ d'épaisseur, et devant cette plaque on avait placé un écran en cuivre percé d'un trou circulaire de 15^{mm} de diamètre. Les radiations au travers du cuivre sont assez affaiblies pour que leur effet pût être négligé dans l'expérience présente. Lorsque le tube de Crookes était excité par une bobine d'induction, les feuilles d'or de l'électroscope se rapprochaient rapidement, environ de 1° en $1^{s},4$, ce qui correspond à une vitesse de 2571,4 exprimée au moyen des unités adoptées plus haut.

» Lorsque la lame de quartz bouchait l'ouverture circulaire, la vitesse de la chute des feuilles d'or devenait 163,63, soit 15,7 fois plus petite.

» L'affaiblissement est près de quatre fois plus grand dans le second cas que dans le premier, mais il est du même ordre de grandeur. C'est le seul point que cette expérience mette en évidence. L'observation n'est pas contraire à l'hypothèse probable qui attribuerait la différence à ce que les rayons émis par le sel d'urane et les rayons émis par le tube ou par le verre phosphorescent n'ont pas les mêmes longueurs d'onde, mais les conditions différentes des deux expériences ne permettent pas d'affirmer cette hétérogénéité.

» L'électroscope a permis de mettre également en évidence la faible différence entre l'émission d'une lamelle de sel d'urane maintenue depuis onze jours à l'obscurité, et l'émission de la même lamelle vivement éclairée au magnésium. Dans le premier cas, la vitesse de la chute des feuilles était 20,69, et après l'excitation lumineuse elle est devenue 23,08.

» On ignore ce que deviennent les charges électriques ainsi dissipées, comme si les diélectriques étaient rendus conducteurs pendant qu'ils sont traversés par ces radiations. L'expérience a montré que la lamelle cristalline convenablement isolée ne se chargeait pas, tout en déchargeant l'électromètre; en outre, une lamelle mise pendant longtemps en présence de l'appareil ne lui a communiqué aucune charge.

2° *Émission par divers sels d'uranium. Persistance. Excitation.*

» Si le phénomène de l'émission des radiations invisibles que nous étudions est un phénomène de phosphorescence, on doit pouvoir mettre en évidence l'excitation par des radiations déterminées. Cette étude est rendue très difficile par la persistance prodigieuse de l'émission lorsque les corps sont maintenus à l'obscurité, à l'abri des radiations lumineuses ou des radiations invisibles dont nous connaissons la nature. Au bout de plus de quinze jours, les sels d'urane émettent encore des radiations presque aussi intenses que le premier jour. En disposant sur une même plaque photographique, au travers du papier noir, une lamelle maintenue longtemps à l'obscurité et une autre qui vient d'être exposée à la lumière du jour, l'impression de la silhouette de la seconde est un peu plus forte que la première. La lumière du magnésium n'a produit dans les mêmes conditions qu'un effet inappréciable. Si l'on éclaire vivement les lamelles de sulfate double d'uranyle et de potassium, avec l'arc électrique, ou avec les étincelles brillantes de la décharge d'une bouteille de Leyde, les impressions sont notablement plus noires. Le phénomène paraît donc bien être un phénomène de phosphorescence invisible, mais qui ne semble pas intimement lié à la phosphorescence ou à la fluorescence visible. En effet, si les sels de sesquioxyde d'urane sont très fluorescents, on sait que les sels verts uraneux, dont j'ai eu occasion d'étudier les curieuses propriétés absorbantes, ne sont ni phosphorescents, ni fluorescents. Or le sulfate uraneux se comporte comme le sulfate uranique, et émet des radiations invisibles aussi intenses.

» Je rapporterai encore une autre expérience intéressante. On sait que le nitrate d'urane cesse d'être phosphorescent ou fluorescent lorsqu'il est en dissolution, ou fondu dans son eau de cristallisation. J'ai pris alors un cristal de ce sel et, après l'avoir disposé dans un petit tube fermé par une plaque mince de verre, je l'ai chauffé à l'obscurité de manière à éviter même les radiations de la lampe à alcool qui l'échauffait; le sel a fondu, puis je l'ai laissé cristalliser à l'obscurité et je l'ai placé ensuite sur une

plaque photographique, enduite de papier noir, en préservant toujours le sel de l'action de la lumière. On pouvait s'attendre à n'observer aucun effet, toute excitation lumineuse ayant été évitée depuis le moment où le corps avait cessé d'être phosphorescent, et cependant l'impression fut aussi forte que pour les sels exposés à la lumière, et même, aux points où le sel adhérait à la plaque de verre, l'impression a été plus forte que celle d'un échantillon de sulfate uranique mis en expérience comparative sur la même plaque.

» Sur cette même plaque photographique se trouvaient encore des cristaux de nitrate d'urane, reposant sur les lamelles de verre par des faces différentes, et pour lesquels les effets ont été sensiblement les mêmes.

» J'ai disposé aussi des surfaces unies, formées de sulfate uranique et de sulfate double uranico-potassique, et j'ai projeté sur ces surfaces le spectre de l'arc électrique, au travers d'un appareil en quartz. Les bandes d'excitation ultra-violette se sont alors dessinées très nettement par fluorescence, mais, lorsque j'ai reproduit la silhouette de ces surfaces sur une plaque photographique, la silhouette est devenue presque uniformément noire, indiquant, soit que l'émission propre de la substance masque les faibles différences que l'on pouvait observer pour les différentes régions d'excitation, soit que l'excitation n'a pas lieu dans la région du spectre qui se projetait sur la surface étudiée.

3° *Absorption par diverses substances.*

» On peut très facilement étudier qualitativement l'absorption des radiations qui nous occupent au travers de diverses substances en disposant sur une même plaque photographique des lames de ces substances ou des petits tubes plats pleins de liquides et en les couvrant par une lamelle de sulfate double uranico-potassique, ou par tout autre sel d'urane.

» Avec diverses substances mises sous des épaisseurs différant peu de 2^{mm}, j'ai reconnu que l'eau était très transparente; la plupart des dissolutions, même les dissolutions de sels métalliques, des dissolutions de nitrate de cuivre, de chlorure d'or, de nitrate d'urane, une solution alcoolique de chlorophylle se sont comportées comme assez transparentes; il en a été de même de la paraffine, de la cire à modeler; le verre d'urane a été plus opaque, de même un verre coloré en rouge; l'aluminium sous cette épaisseur est peu transparent, l'étain est plus opaque, et un verre bleu au cobalt s'est montré plus opaque que les métaux précédents.

» Dans une autre série d'expériences j'avais disposé des cristaux divers,

et diverses combinaisons optiques destinées à manifester les phénomènes de double réfraction et de polarisation. Les images obtenues ont été trop faibles pour que je donne aujourd'hui les résultats; cependant, on reconnaît que le quartz absorbe plus ces radiations invisibles que le spath d'Islande; le soufre natif s'est comporté comme transparent.

» Enfin, les expériences dans l'air et dans l'air raréfié dont j'ai parlé à la fin de ma dernière Note, tout en ne donnant pas des différences très notables, montrent nettement que les épreuves dans l'air raréfié sont un peu plus fortes, ce qui manifesterait une absorption par l'air.

4° *Réfraction.*

» Les faits que j'ai signalés dans ma dernière Note ont mis en évidence la réfraction au travers du verre. A ces expériences on peut ajouter la suivante : Sur l'une des faces d'un prisme de crown, à quelques millimètres de l'arête, on fixe, parallèlement à celle-ci, un petit tube de verre très mince, de 1^{mm} environ de diamètre, rempli de nitrate d'urane cristallisé et formant une source linéaire d'émission de radiations invisibles.

» On applique alors l'autre face du prisme sur la plaque photographique. En développant la plaque trois jours après on a reconnu une impression diffuse sous la base du prisme, impression séparée de la trace de l'arête par une ligne blanche, et dont le déplacement est de l'ordre de grandeur de celui qu'on obtient dans les mêmes conditions pour la lumière. La diminution considérable de l'intensité lumineuse lorsque les sources s'éloignent un peu de la plaque photographique n'a pas permis jusqu'ici de faire des mesures d'indices de réfraction.

5° *Anomalies présentées par diverses substances.*

» Les sels d'urane émettent des radiations invisibles avec une constance remarquable, mais il n'en est pas de même d'autres substances phosphorescentes.

» J'avais obtenu, avec du sulfure de calcium, des résultats de l'ordre de ceux que donnent les sels d'urane, et j'ai signalé, dans ma dernière Note, une épreuve d'une remarquable intensité au travers de 2^{mm} d'aluminium. La même matière phosphorescente, placée sur une seconde plaque photographique, dans les mêmes conditions, s'est montrée inactive, et, depuis, je n'ai réussi à obtenir aucune image avec des sulfures de calcium; j'avais eu le même insuccès avec des échantillons de blende hexagonale de diverses provenances. J'ai alors cherché à communiquer une activité nou-

velle à ces corps par les divers procédés connus. Je les ai échauffés en présence de la plaque photographique sans échauffer celle-ci, et je n'ai pu obtenir aucune impression. Dans une autre série d'expériences, les diverses substances ont été refroidies à -20°, excitées par la lumière du jour et du magnésium, puis placées sur la plaque photographique; seuls les sels d'urane ont donné des images.

» Enfin, j'ai excité les sulfures et la blende hexagonale par les étincelles de la décharge d'une batterie, et les substances, rendues vivement phosphorescentes, n'ont encore manifesté aucune activité au travers du papier noir. J'ai appris, au cours de ces expériences, que notre éminent Confrère, M. Troost, avait observé un fait analogue. Les échantillons très anciens de blende hexagonale, qui lui avaient d'abord donné des résultats énergiques, ont donné ensuite des résultats progressivement décroissants, puis sont devenus inactifs. Il y a là un fait très curieux dont les expériences ultérieures nous donneront peut-être l'explication. »

Observation à l'occasion de la Communication de M. H. Becquerel; par M. **L. Troost.**

« Notre Confrère M. H. Becquerel a constaté que du sulfure de calcium phosphorescent qui impressionnait très vivement une plaque au gélatinobromure d'argent dans ses premières expériences, perdait brusquement toute activité.

» J'ai observé un phénomène analogue avec la blende hexagonale artificielle préparée par *volatilisation apparente* (¹) du sulfure de zinc dans un courant très lent d'hydrogène pur et sec à très haute température.

» Cette blende, dont la phosphorescence était excitée à plusieurs reprises par la flamme du magnésium, après avoir donné pendant quelque temps de bonnes épreuves, en a produit ensuite de plus en plus pâles, et a fini par ne plus rien produire. Un nouvel échantillon, récemment préparé, agit efficacement dans les conditions de mes premières expériences. En continuant cette étude, je vais vérifier si cette activité se maintiendra ou si elle disparaîtra comme dans le cas précédent; j'en ferai prochainement connaître les résultats. »

(¹) En réalité, le sulfure de zinc a été réduit au rouge blanc par l'hydrogène; il en est résulté un mélange de vapeur de zinc, d'acide sulfhydrique et d'hydrogène en excès. Quand ce mélange est arrivé lentement dans les parties du tube où la tempé-

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Note de M.* Charles Henry, *intitulée « Sur le principe d'un accumulateur de lumière »* ; par M. **Henri Becquerel**.

« Dans la précédente séance, M. Charles Henry a présenté une Note dans laquelle il s'exprime ainsi : « J'ai pensé que les froids intenses doivent » empêcher l'émission lumineuse. L'expérience confirme cette prévision ».

» Ce fait est un des plus anciennement connus; l'action des variations de température sur l'émission lumineuse était connue de Dufay, elle a été étudiée par Canton en 1764. L'influence d'un abaissement de température a été étudiée par mon père (*Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 107; 1857-1858. *La lumière*, t. I, p. 390), et dans divers Mémoires j'ai eu l'occasion de signaler quelques particularités relatives à ces phénomènes (*Ann. de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 66; 1883, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 557; 1891). Enfin M. Raoul Pictet a retrouvé les mêmes conclusions en abaissant la température des corps phosphorescents jusqu'au-dessous de — 100° (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 527; 1894). »

PATHOLOGIE CHIRURGICALE. — *Application des rayons* X *au diagnostic des maladies chirurgicales;* par M. **Lannelongue**.

« Dans les deux circonstances suivantes, les rayons X ont rendu un véritable service, en changeant en certitude un diagnostic extrêmement probable.

» Le premier cas a trait à une femme ayant dépassé cinquante-cinq ans et portant, selon toutes les apparences, un corps étranger enclavé entre les surfaces articulaires du genou droit. Ce corps n'avait jamais été perçu, malgré de nombreux examens faits par le Dr Bourcy, médecin des Hôpitaux, et, en dernier lieu, par moi en sa présence. Ce corps étranger empêchait l'extension de la jambe sur la cuisse, qui était absolument impossible; il donnait lieu à des douleurs spéciales et devait être de nature ostéo-cartilagineuse, comme le sont ces productions dans l'arthrite dite *sèche*.

» La malade était d'ailleurs atteinte depuis longtemps de cette dernière maladie. Elle fut soumise aux rayons de Röntgen pendant une heure et

---

rature est moins élevée, une réaction inverse a eu lieu : le zinc s'est emparé de nouveau du soufre pour former la blende hexagonale et l'hydrogène est redevenu libre.

demie. L'épreuve photographique a été mauvaise; néanmoins, on a pu constater dans l'espace clair, placé entre le fémur et le tibia, presque au centre de cet espace, en allant d'avant en arrière, un corps opaque à contours mal limités, plus noir au centre qu'à la périphérie, assez volumineux. C'est le corps étranger soupçonné, osseux au centre, et probablement cartilagineux vers l'extérieur.

» Dans le second exemple, il s'agit d'une jeune fille de 20 ans qui ressentit brusquement, il y a 6 ans en jouant du piano, une douleur vive à la partie supérieure de l'avant-bras droit. Cette douleur ne tarda pas à diminuer; des massages furent faits sur le bras malade et semblèrent procurer quelque soulagement; mais, quelques mois plus tard, la douleur augmenta d'intensité et les muscles du membre s'atrophièrent. Il en résulta une impotence très prononcée de ce membre, impotence qui a diminué un peu, au bout d'un ou deux ans, malgré la persistance de la douleur et de l'atrophie. Il existe une zone très douloureuse au niveau de la tête du radius, sur la face postéro-externe de l'avant-bras. Cette zone, large comme une pièce de 2^{fr} environ, se prolonge par une ligne verticale qui descend le long du radius, dans l'étendue de quelques centimètres et le long de laquelle la pression provoque une vive douleur. Dans toute l'étendue de la zone hyperesthésique, la pression, même légère et superficielle, est difficilement supportée par la malade. Les mouvements de pronation et de supination sont particulièrement douloureux et la malade ne les exécute qu'avec ménagements. Mais si l'on fait jouer l'articulation radio-cubitale supérieure, on ne sent ni craquements, ni obstacle. C'est surtout dans la supination un peu prolongée, que la douleur se manifeste. D'ailleurs tout le membre se fatigue promptement dès qu'il cesse d'être soutenu ou que la malade essaye de porter dans la main droite un objet léger; la douleur se réveille aussitôt sous l'influence de la fatigue.

» L'atrophie musculaire occupe surtout le deltoïde, le grand pectoral, les muscles extenseurs de l'avant-bras, l'éminence thénar et les interosseux. L'exploration de l'avant-bras ne révèle aucune altération appréciable du squelette, ni des parties molles.

» Cette jeune fille a eu un très grand nombre d'avis différents; on lui a parlé, entre autres choses, de la présence d'une exostose nécessitant une opération. Je n'ai rien découvert qui puisse autoriser un pareil diagnostic, et les phénomènes ressentis par la malade se rapportent, d'après moi, à l'hystérie. Il y a chez elle, en un mot, des troubles douloureux et atrophiques produits par un traumatisme chez une hystérique.

» Elle vient se soumettre aux rayons de Röntgen pour avoir la certitude que son squelette n'a rien, car elle en est très troublée. De ce côté, c'est une cure morale à faire.

» Elle a été soumise à l'action de ces rayons pendant une heure et quart. L'épreuve photographique, sans être très bonne, montre très manifestement l'intégrité des os; les extrémités supérieures du radius et du cubitus sont normales, l'interligne articulaire n'offre aucune particularité.

» Cette jeune fille nous quitte absolument rassurée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les terres contenues dans les sables monazités*. Note de MM. **P. Schützenberger** et **O. Boudouard**.

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de nos recherches sur les terres contenues dans les sables monazités, et plus particulièrement sur les terres dont les sulfates doubles potassiques sont solubles dans l'eau saturée de sulfate de potassium.

» Après attaque à chaud du minerai pulvérisé par l'acide sulfurique concentré, élimination de l'excès d'acide sulfurique, la solution aqueuse des sulfates est concentrée au bain-marie. Il se sépare à chaud des croûtes cristallines roses, en majeure partie formées par les sulfates du groupe cérique. Les eaux-mères de ces cristaux sont saturées par du sulfate neutre de potassium, ce qui amène la précipitation du reste des bases cériques entraînant une fraction des bases yttriques. On isole ces dernières en procédant, à plusieurs reprises, à la précipitation des sulfates au moyen du sulfate potassique jusqu'à ce que le liquide surnageant le dépôt cristallin de sulfates doubles ne retienne plus de terres précipitables par l'ammoniaque.

» Les terres yttriques sont débarrassées d'alcali par des précipitations répétées par l'ammoniaque et lavage subséquent, puis elles sont transformées en nitrates, en passant préalablement par l'oxalate.

» Le poids atomique moyen des métaux des terres yttriques, ainsi isolées, est compris entre 105 et 106, si l'on n'y ajoute pas celles qui sont mécaniquement entraînées par la première précipitation des sulfates potassiques doubles et qui donnent un poids atomique plus élevé, voisin de 126.

» Le mélange des nitrates (105 à 106) a été soumis à des décompositions partielles à une température de 310° à 315°. L'opération se fait dans une

capsule cylindrique en platine, à fond plat, plongée dans un bain de nitrates de potassium et de sodium à équivalents égaux. Le nitrate fondu commence par dégager des vapeurs nitreuses, puis s'épaissit et finit par se transformer en une masse cristalline solide à 310°. Lorsque toute décomposition paraît arrêtée, on laisse refroidir et l'on traite par l'eau chaude. La masse se partage en un sous-nitrate insoluble, représentant environ le quart du produit employé et en une partie soluble de nitrate neutre; celui-ci, évaporé à sec, est soumis au même traitement et donne un nouveau sous-nitrate insoluble et un nitrate neutre. Les sous-nitrates ainsi obtenus, lavés à l'eau chaude, sont transformés en sulfates, et l'on détermine pour chacun le poids atomique correspondant par une calcination au rouge vif suffisamment prolongée.

» On constate : 1° que la proportion de sous-nitrate séparé diminue à chaque fois; 2° que les poids atomiques correspondants s'abaissent de 108 à 102, puis finalement jusqu'à 96, limite inférieure qui n'a pas été dépassée.

» Nous avons appliqué aux diverses fractions des sous-nitrates obtenus une seconde méthode de séparation fondée sur la cristallisation fractionnée des sulfates. On évapore la solution des sulfates au bain-marie, dans une capsule en porcelaine, et l'on sépare les cristallisations successives qui se forment.

» On peut aussi concentrer la solution jusqu'à dépôt de la majeure partie du produit; isoler la partie relativement faible d'eau-mère et recommencer la même opération avec les cristaux. Le poids atomique des cristaux obtenus par évaporation complète de ces eaux-mères se maintient pendant quelque temps à une valeur voisine de 97-98, puis il s'élève progressivement.

» Enfin, nous avons encore fait usage de la méthode des précipitations fractionnées par l'ammoniaque, mais seulement pour contrôler certains de nos résultats.

» En procédant ainsi, et en appliquant successivement et alternativement le procédé au nitrate et le procédé au sulfate, nous sommes arrivés, après bien des efforts, à isoler une terre incolore dont le poids atomique correspondant n'est plus sensiblement modifié ni par le fractionnement au nitrate, ni par le fractionnement au sulfate ou par précipitation partielle avec l'ammoniaque. Le poids atomique fixe auquel nous sommes arrivés est très voisin de 102 (101,95 à 102,4).

» Cette terre se laissera-t-elle partager par d'autres moyens d'action?

C'est ce que des recherches ultérieures que nous comptons effectuer établiront.

» De l'ensemble de nos recherches, nous croyons également pouvoir conclure qu'en suivant la même voie, nous arriverons à d'autres termes fixes, supérieurs et inférieurs à 102 et résistant également aux procédés de séparation employés. »

HYDROLOGIE. — *Sur les quantités d'acide nitrique contenues dans les eaux de la Seine et de ses principaux affluents.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 11 mars de l'année dernière, les résultats de recherches sur les quantités d'acide nitrique contenues dans les eaux de la Seine, de l'Yonne, de la Marne et de l'Oise, recherches suggérées par les conditions spéciales où se trouvaient les cours d'eau vers le milieu du mois de février. Un froid rigoureux régnait depuis plusieurs semaines, et donnait la certitude que ni la Seine, ni aucun de ses tributaires ne recevait des eaux de ruissellement. D'autre part, la végétation aquatique, partout suspendue, n'empruntait plus aux eaux courantes les nitrates qui lui servent d'aliment azoté. Chaque rivière était donc exclusivement alimentée par les eaux souterraines de son bassin et en offrait un mélange exempt de toute altération. Par conséquent, en dosant l'acide nitrique dans ce mélange, je mesurais en réalité l'azote combiné ravi à la terre végétale par les eaux pluviales devenues eaux souterraines après leur infiltration.

» J'ai continué ces dosages pendant tout le cours de l'année 1895, et je les continue encore, malgré la monotonie de ce travail, afin d'acquérir et de compléter sur ce qu'on peut appeler le régime nitrique des cours d'eau des notions précises que n'ont pu fournir jusqu'à présent quelques déterminations isolées, sans suite, et faites à des dates quelconques. J'ai étendu les mêmes recherches aux eaux des sources de la Vanne, de la Dhuis et de l'Avre, dérivées à Paris, dans l'espoir d'apporter quelque utile contribution à l'étude, si intéressante pour l'hygiène, des eaux potables. Ce sujet sera traité à part dans une prochaine Communication. Aujourd'hui, je m'en tiendrai aux eaux de rivière.

» L'eau de Seine a été puisée en trois points : à Montereau, avant le confluent de l'Yonne; à Charenton, avant le confluent de la Marne; à Paris, à la hauteur du pont des Invalides. Les eaux de l'Yonne, de la Marne et de l'Oise ont été puisées près de leurs confluents avec la Seine,

après qu'elles ont reçu et mélangé tous leurs tributaires. Les dosages dans l'eau de Seine puisée au pont des Invalides, à portée de mon laboratoire, ont été répétés une fois au moins, et le plus souvent deux fois par semaine. Tous les autres ont été faits mensuellement. Pour éviter tout retard dans le transport des échantillons et l'altération qui aurait pu en être la conséquence, j'envoyais sur les lieux de prise un homme de confiance chargé de prélever et de rapporter aussitôt les échantillons, et, dès son retour, ou tout au plus après une nuit, je procédais aux opérations préliminaires des dosages, consistant à réduire 4[lit] d'eau au volume de quelques centimètres cubes, à débarrasser le liquide réduit des matières précipitées par filtration suivie de lavage, à évaporer finalement à sec, à une douce chaleur.

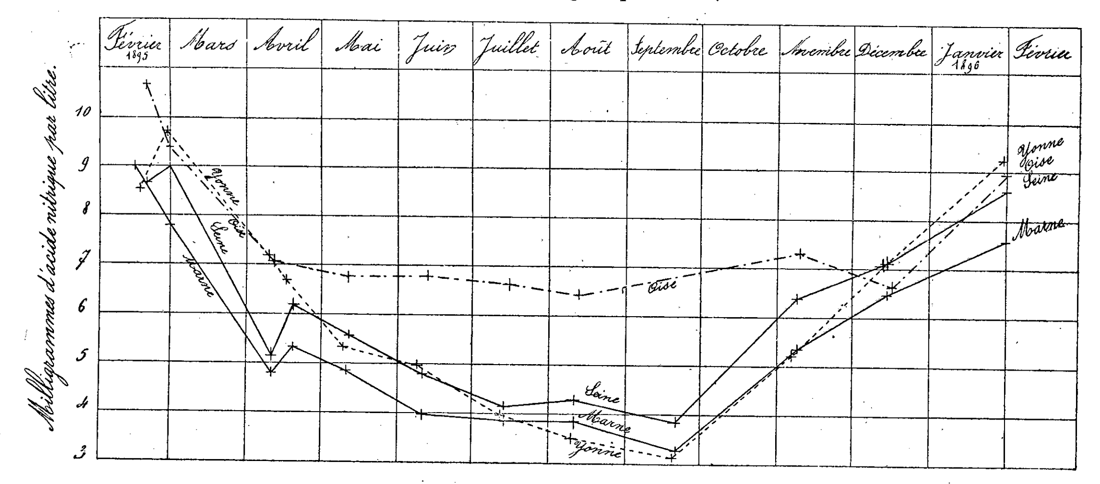
» Les résultats de mes dosages sont groupés dans le Tableau suivant (¹). L'acide nitrique y est exprimé en milligrammes et rapporté au litre d'eau.

	Seine, à Montereau.		Yonne, à Montereau.		Seine, à Charenton.		Marne, à Charenton.		Seine, pont des Invalides.		Oise, à Pontoise.	
	Date.	Acide nitr.	Date.	Acide nitr.	Date.	Acide nitr.	Date.	Acide nitr.	Date.	Acide nitr.	Date.	Acide nitr.
		mgr		mgr		mgr		mgr		mgr		mgr
1895. Février....	16	7,66	16	8,54	15	9,84	16	9,01	19	8,67	16	10,68
Id.	27	8,04	27	9,73	28	10,59	28	7,80	28	9,00	»	»
Mars......	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	9,38
Avril......	9	3,48	9	7,18	10	5,35	10	4,78	10	5,15	11	7,06
Id.	16	5,25	16	6,71	19	6,30	19	5,34	19	6,19	»	»
Mai.......	9	6,07	9	5,34	10	5,81	10	4,87	11	5,57	11	6,78
Juin	8	4,87	8	4,98	10	4,87	10	3,99	10	4,80	12	6,80
Juillet.....	12	4,14	12	3,98	13	4,18	13	3,86	13	4,15	15	6,65
Août......	9	4,11	9	3,51	10	4,03	10	3,84	10	4,29	12	6,43
Septembre.	19	4,38	19	3,13	20	4,09	20	3,27	20	3,85	»	»
Octobre ...	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Novembre..	6	5,53	6	5,22	8	6,50	8	5,36	8	6,38	9	7,32
Décembre..	13	7,13	13	7,09	14	7,23	14	6,48	14	7,13	16	6,66
1896. Janvier....	30	7,66	30	9,25	31	8,92	31	7,60	31	8,62	»	»
Février....	»	»	»	»	»	»	»	»	15	8,94	1	8,96

» Les résultats inscrits dans ce Tableau deviennent plus frappants, quand

(¹) Il m'a paru inutile de surcharger une simple Note d'une centaine de dosages dans l'eau de Seine puisée au pont des Invalides. Parmi ces dosages, je ne fais figurer dans le Tableau que ceux dont les dates correspondent à peu près aux dates des dosages dans les autres rivières.

on les met sous forme de graphiques, en prenant les dates des prises pour abscisses, et les quantités d'acide nitrique pour ordonnées.



» Un coup d'œil sur ces graphiques révèle une concordance assez inattendue entre les variations des titres nitriques dans les quatre rivières. Les observations dues à des ingénieurs des Ponts et Chaussées, notamment à Belgrand, ont appris que tous les cours d'eau du bassin de la Seine entrent en crue ou décroissent en même temps; cette simultanéité dans les variations de débits est due à l'uniformité du climat dans toute l'étendue du bassin et même au delà. La même cause produit aussi la similitude des régimes nitriques : c'est ce qu'il est bien facile de démontrer.

» Quand, à la suite de pluies persistantes, les eaux de ruissellement envahissent les rivières, le titre nitrique subit une baisse générale, parce que ces eaux n'ayant lavé que la surface des sols, n'ont pas dissous les nitrates sous-jacents, et contiennent peu de ces sels. Vienne ensuite une période de jours pendant lesquels le temps demeure froid et sec, les eaux superficielles étant écoulées, les eaux souterraines seules alimentent les rivières, et le titre se relève partout. Il atteint son maximum, quand le froid a été assez vif, assez prolongé, pour que l'eau qui passe n'ait subi, depuis sa sortie de terre, aucune atteinte de la végétation aquatique. Cette végétation reprend son cours à la saison chaude, et ses effets se marquent d'autant plus que la température est plus haute et que les débits des rivières sont plus réduits; ces conditions se sont présentées pendant le mois de septembre dernier : la température était très élevée; le débit de la Seine, à Paris, était tombé à 55^{mc}, et les barrages, retenant les eaux, prolongeaient leur séjour en rivière; ainsi la végétation avait, pour consommer

les nitrates, toute l'activité possible et tout le temps nécessaire; il en est résulté que les titres sont tous descendus à leurs limites inférieures.

» Ces simples remarques montrent suffisamment que les conditions climatériques gouvernent les titres nitriques des rivières aussi bien que leurs crues, leurs basses eaux, leur limpidité, leur température; et comme elles s'étendent à tout le bassin de la Seine, dans tout le bassin aussi les régimes nitriques ont les mêmes allures.

» Il était intéressant de comparer les titres nitriques d'une rivière avec les débits de ses eaux. J'ai prié M. l'ingénieur en chef G. Lemoine de vouloir bien calculer les débits de la Seine, à Paris, aux dates des prises rapportées ci-dessus. Grâce à son extrême obligeance, pour laquelle je lui offre ici tous mes remercîments, j'ai pu dresser le Tableau qui suit.

Débits et titres nitriques de la Seine au pont des Invalides.

Dates.	Titres nitriques.	Débits par seconde.	Dates.	Titres nitriques.	Débits par seconde.
	mgr	mc		mgr	mc
1895. 19 févr...	8,67	230	1895. 10 août...	4,29	80
28 » ...	9,00	100	20 sept....	3,85	55
10 avril...	5,15	465	8 nov....	6,38	80
19 » ...	6,19	170	14 déc....	7,13	350
11 mai....	5,57	90	1896. 31 janv...	8,62	225
10 juin...	4,80	95	15 févr....	8,94	125
13 juill...	4,15	70			

» On voit par ce Tableau que des titres élevés de 8^{mgr} à 9^{mgr}, observés quand les eaux sont claires et exemptes d'eaux de ruissellements, correspondent à des débits très variables, souvent fort importants et s'élevant, en 1895, jusqu'à 230^{mc}. Il semble donc que les hauts titres soient indépendants des débits, comme si le mélange des eaux souterraines d'un bassin avait un titre à peu près constant, sans relation avec leur plus ou moins grande abondance. Je reviendrai sur ce point quand j'envisagerai les eaux de source.

» Si l'on voulait calculer, pour une année entière, le titre nitrique moyen d'une rivière, il serait indispensable de faire entrer les débits en ligne de compte. Mais il est permis de les négliger, quand on se propose simplement de comparer entre eux les titres moyens de plusieurs rivières, parce que, en vertu de la similitude des régimes des eaux, l'erreur est de

même ordre pour tous les titres. Voici ces titres moyens, erronés mais comparables :

Seine, à Montereau.	Yonne, à Montereau.	Seine, à Charenton.	Marne, à Charenton.	Seine, à Paris.	Oise, à Pontoise.
mgr 5,69	mgr 6,22	mgr 6,48	mgr 5,52	mgr 6,15	mgr 6,64

» Le titre de la Haute-Seine, moindre que celui de l'Yonne, s'élève après le confluent des deux rivières; la traversée de Montereau à Charenton l'augmente encore et le porte à 6,48. Mais, à Charenton, la Marne, sensiblement plus pauvre, l'abaisse à 6,15, L'Oise, plus riche, le relèvera plus loin.

» La conclusion essentielle de la présente Note est que les rivières, dans tout le bassin de la Seine, ont des régimes nitriques semblables, et présentent en même temps leurs plus hauts titres, après qu'un abaissement prolongé de la température a suspendu la végétation aquatique et supprimé les apports d'eaux de ruissellement. Par conséquent, il est possible de choisir le moment et le lieu des prises d'eau pour analyse, de manière à déterminer d'emblée, pour une rivière quelconque, le titre maximum qui lui est propre, lequel n'est autre que le titre moyen des eaux souterraines de son bassin. »

M. **E.-T. Hamy**, Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, fait hommage à l'Académie, par l'intermédiaire de M. A. Milne-Edwards, pour la bibliothèque de l'Institut, d'un Ouvrage portant pour titre : « Le Muséum d'Histoire naturelle il y a un siècle; description de cet établissement d'après des peintures inédites de Jean-Baptiste Hilair, publié avec un album de 10 planches phototypiques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1896.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Darboux, Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, J. Bertrand, Darboux, Poincaré, Sarrau.

Prix extraordinaire. — MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye.

Prix Montyon (*Mécanique*). — MM. Lévy, Boussinesq, Sarrau, Resal, Léauté.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Sarrau, Guyou, Lévy, Deprez.

Prix Lalande (*Astronomie*). — MM. Tisserand, Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau.

Prix Valz. — MM. Lœwy, Faye, Tisserand, Callandreau, Wolf.

Prix Janssen. — MM. Faye, Janssen, Tisserand, Wolf, Lœwy.

Prix Montyon (*Statistique*). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, Brouardel, J. Bertrand, de Freycinet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Étude de la stabilité des navires par la méthode des petits modèles.* Mémoire de M. **J. Leflaive.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Bussy, Guyou.)

« La méthode expérimentale des petits modèles, pour l'étude de la stabilité des navires, est due à M. Bertin ; elle a été appliquée pour la première fois d'une façon complète en 1875 pour le cas des navires intacts ; depuis lors, elle a été étendue au cas des navires avariés, pour lequel elle paraît la seule applicable.

» J'ai eu l'occasion de l'appliquer à Toulon, pendant deux ans, à plusieurs navires français et américains ; les expériences étaient rapides et les résultats très précis.

» Supposons (*fig.* 1) qu'un navire s'incline par suite du déplacement d'un poids Π ; lorsqu'il est en équilibre sous l'inclinaison θ, on a

$$(1) \qquad \text{Moment de redressement} = \mathrm{P}(h-a)\sin\theta = \Pi e\cos\theta,$$

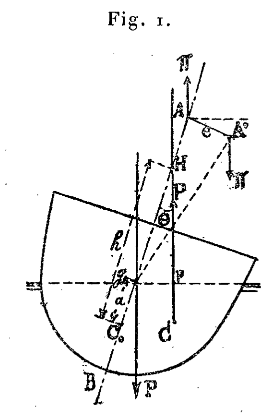
d'où

$$(2) \qquad h-a = \frac{\Pi e}{\mathrm{P}\tang\theta}.$$

» On construit à la fois la courbe des moments et la courbe des $(h-a)$,

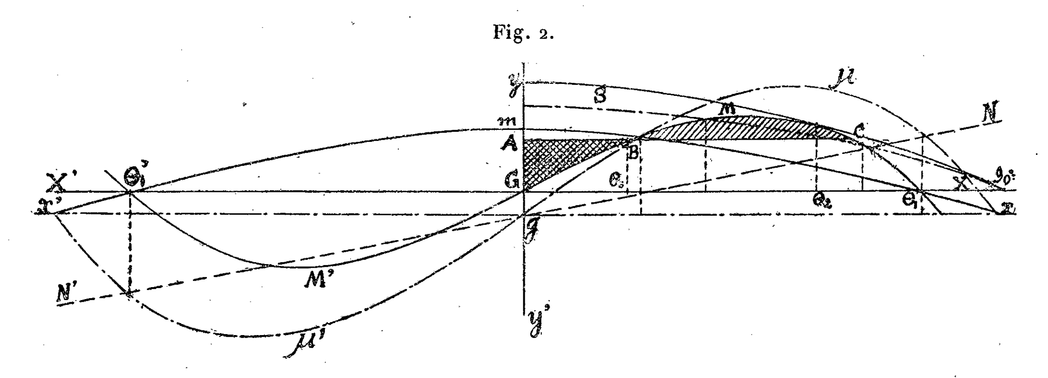
ou courbe des hauteurs métacentriques, dont les valeurs s'annulent en même temps lorsqu'on arrive à l'angle de chavirement.

Fig. 1.



» A ces éléments s'ajoute (*fig.* 2) la *stabilité dynamique* qui donne la valeur du couple d'inclinaison maximum qui peut agir sur le bâtiment

Fig. 2.



d'une façon constante à partir de la position droite, sans le faire chavirer. On obtient cette limite en menant la droite AC telle que

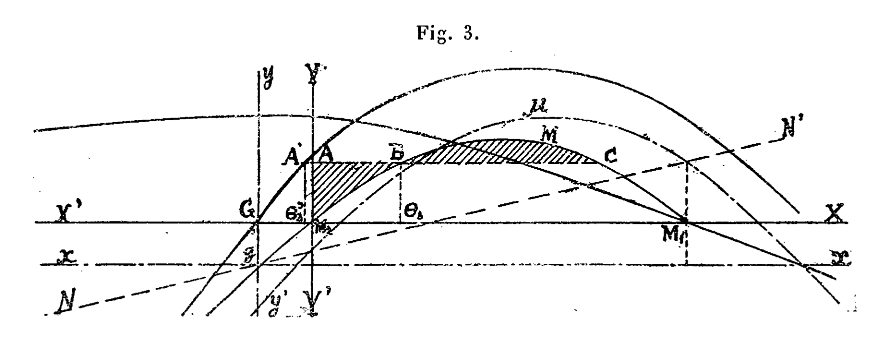
$$\text{aire}\,\text{GAB} = \text{aire}\,\text{BMC}$$

et l'on représente cette valeur, non pas par un moment en tonneaux-mètres, mais par l'angle Θ_3, de manière à pouvoir comparer entre eux les navires de tonnages différents.

» Si le navire a des avaries à la flottaison (*fig.* 3), il prend une bande d'équilibre $\overline{GM_2}$. La stabilité dynamique se définit de la même façon, mais

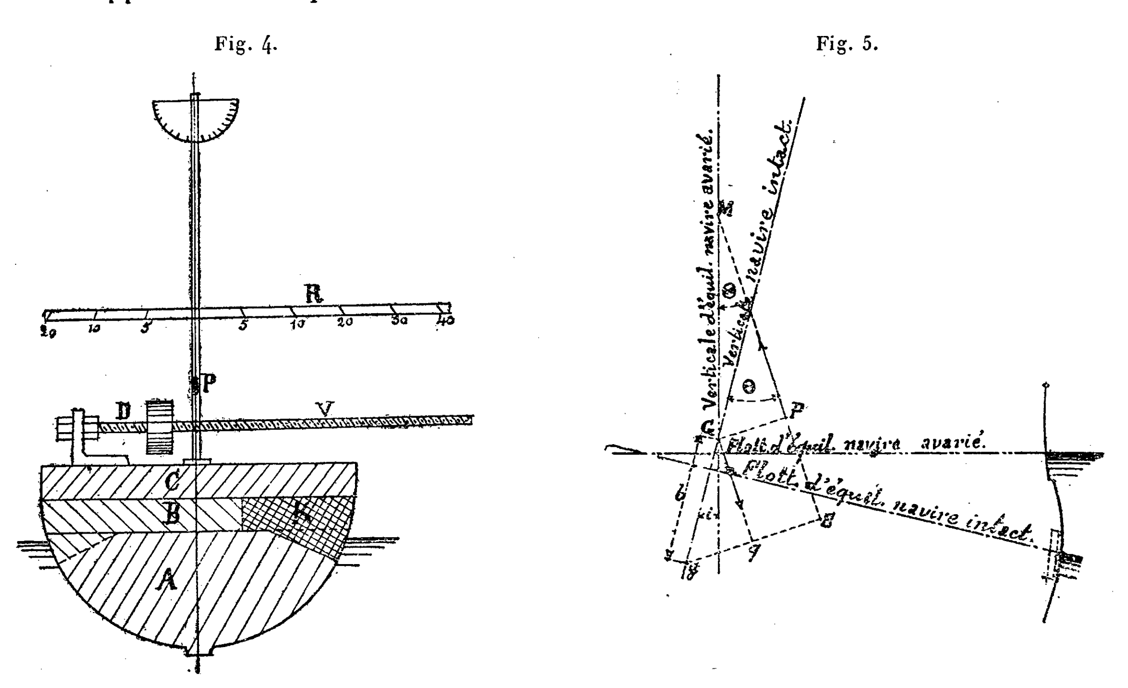
pour faciliter la discussion des résultats, on rapporte cette valeur au cas du navire intact et on l'exprime par l'angle θ'_3.

Fig. 3.



» *Conduite des expériences.* — Le modèle du navire se construit en pratiquant des évidements K (*fig.* 4) que l'on remplit avec des blocs de bois démontables, soigneusement ajustés et représentant les compartiments à supposer envahis par la mer.

Fig. 4. Fig. 5.



» Le poids Π est représenté par un disque en laiton D qu'on déplace sur une vis V. Un pendule P permet de lire les angles d'inclinaison.

» Au moyen de lest en plomb, on amène le modèle au déplacement

correspondant à celui du navire et à une stabilité aussi grande que possible.

» On porte alors le modèle à la cuve d'expériences et l'on déplace le disque D de manière à donner au modèle diverses inclinaisons; on construit (*fig.* 2) les courbes $\mu = \Pi e \cos\theta$ et $m = h - \alpha = \frac{\Pi e}{P \tang\theta}$.

» M. Bertin avait toujours admis que la courbe m, pour le navire intact, était normale à l'axe des y. M. Doyère a démontré que, même lorsque la courbe des centres de carène C n'est pas algébrique, il en est généralement ainsi.

» On passe du modèle au navire, en traçant l'axe XX' parallèle à xx' à la distance $b = \alpha - a$. La courbe m représente par rapport à XX' les diverses valeurs de $(h - a)$ du navire; puis l'on trace par rapport à ce nouvel axe la courbe

$$(3) \qquad M = \Pi e \cos\theta = P b \sin\theta.$$

» Pour le cas des avaries, on enlève un ou plusieurs blocs de bois, qu'on remplace par des feuilles de plomb. On opère comme pour le navire intact; on trace (*fig.* 3) la courbe $\mu = \Pi e \cos\theta$ des moments de stabilité du modèle; puis l'on trace, par rapport à XX', la courbe

$$(4) \qquad M = \Pi e \cos\theta - P b \sin\theta,$$

en fonction de θ. Si l'on mesurait l'inclinaison du navire à partir du point M_2 correspondant à la bande d'équilibre i du navire en avaries, on aurait

$$\Theta = \theta - i$$

et

$$(5) \qquad M = P(h - a) \sin\Theta,$$

d'où

$$(6) \qquad h - a = \frac{\Pi e \cos\theta - P b \sin\theta}{P \sin\Theta}.$$

» Cette équation permet de calculer les hauteurs métacentriques du navire en avaries. On pouvait l'établir directement, car on a (*fig.* 5)

$$GP = qs = gs - gq,$$

d'où

$$(6') \qquad (h - a) \sin\Theta = \frac{\Pi e \cos\theta}{P} - b \sin\theta.$$

» Dans les expériences que j'ai faites à Toulon, j'ai reconnu combien il était important de posséder avant tout un modèle très stable.

» On voit en effet (*fig.* 2) que l'angle θ_2, point de contact de la courbe M et de la sinusoïde S normale à l'axe des y, correspond au maximum de déplacement du disque D. Si l'on pousse les expériences plus loin, il faut ramener ce disque en arrière; mais les positions d'équilibre qu'on obtient sont instables. La lecture des angles est alors moins précise, et il convient de reculer le plus possible ce point θ_2 en augmentant la stabilité du modèle.

» L'assemblage des diverses parties du modèle demande aussi des soins, car il faut éviter les infiltrations d'eau; une légère couche de suif, interposée dans les joints, remplit très bien ce desideratum. Il est à recommander aussi, avant de peser le modèle, de le recouvrir de deux ou trois couches de peinture. On évite, de cette façon, l'imbibition du bois. Le modèle au centième d'un croiseur de 11000 tonneaux, ainsi préparé, ne s'était alourdi que de 15^{gr} au bout de huit jours d'expériences.

» Ces précautions ne créent pas de grands retards. Pour une étude de principe, on a, au bout de trois semaines, des courbes de stabilité complètes. Pour la détermination précise des qualités d'un navire, la période de préparation du modèle s'allonge avec le nombre d'entreponts conservés, et la durée des expériences est augmentée par le nombre de combinaisons imaginées dans les avaries et les états de chargement.

» Il convient, en général, d'affecter deux hommes à la conduite des expériences, pendant qu'un dessinateur met, au fur et à mesure, les résultats en courbes. Pour une expérience complète relative à un état de chargement du navire et le tracé des courbes qui résument les résultats, le temps nécessaire est de dix-huit heures. »

M. **Aug. Coret** adresse un Mémoire intitulé : « Encliquetage à cliquets multiples ».

(Commissaires : MM. Resal, Marcel Deprez, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Propriété nouvelle de la surface de l'onde.* Note de M. **A. Mannheim**.

« Les propriétés géométriques de la surface de l'onde sont assez rares pour qu'il paraisse intéressant d'en signaler une nouvelle. Cette propriété

donne lieu à quelques conséquences, elle permet aussi de démontrer très simplement un beau théorème dû à M. C. Niven.

» Dans le plan diamétral normal en m à un ellipsoïde (E) de centre o, que nous prenons pour plan de la figure, on élève de ce dernier point une perpendiculaire à om sur laquelle on porte om_1 égal à om : le lieu de m_1, lorsque m varie sur (E) est une surface de l'onde (S). Les surfaces (E) et (S) ont leurs axes dirigés suivant les mêmes droites ox, oy, oz. Le plan tangent en m à (E), se projetant suivant mt, on sait que celui de (S) se projette suivant m_1t_1 perpendiculaire à mt.

» Appelons t', t'_1 les points de rencontre dans l'espace de ox avec ces plans tangents. Les projections de ces points sur le plan de la figure sont les points t, t_1 où mt, m_1t_1 coupent la projection de ox. Par m et m_1 menons des plans perpendiculaires à ox; soient p, p_1 les points de l'espace où ils rencontrent cet axe, et mq, m_1q_1 leurs traces, perpendiculaires à ot.

» Dans le quadrilatère $qpt't$ les angles en p et t étant droits, on a

$$oq \times ot = op \times ot'.$$

» Ce dernier produit est égal au carré du demi-axe $\bar{a}$ de (E), axe dirigé suivant ox, on a alors

$$oq \times ot = \bar{a}^2.$$

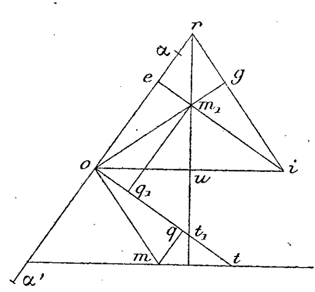
» Élevons or perpendiculairement à ot et abaissons de m_1 la perpendiculaire m_1e sur cette droite. Il résulte de la construction de m_1 et de m_1t_1 que

$$oe = m_1q_1 = oq, \qquad or = ot;$$

on a donc

$$oe \times or = \bar{a}^2.$$

» La droite or est, sur le plan de la figure, la trace du plan yz; on peut



dire alors que r est le point de rencontre de ce plan et de la droite qui joint m_1 au pied de la perpendiculaire abaissée de o sur le plan tangent en

ce point à (S). Le segment $\bar{a}$ n'est autre que le rayon du cercle principal de (S) situé dans le plan yz. La dernière relation donne alors ce théorème nouveau :

» *La droite, qui joint un point m_1 de la surface de l'onde au pied u de la perpendiculaire abaissée du centre o de cette surface sur son plan tangent en m_1, rencontre l'un des plans principaux de la surface de l'onde en un point r; si e est le pied de la perpendiculaire abaissée de m_1 sur la droite or, on a, quel que soit m_1,*

$$oe \times or = \text{const.}$$

Cette constante est le carré du rayon du cercle de la surface de l'onde, situé dans le plan principal considéré.

» A proprement parler, ce théorème est le résultat de la transformation du théorème relatif à (E) et qui s'exprime par la relation

$$op \times ot' = \bar{a}^2.$$

» Son énoncé en rappelle du reste l'origine.

» Supposons, comme cas particulier, que m_1 soit un point conique de (S). Il y a alors une infinité de points tels que r et e. Les points e, étant les projections de m_1 sur des droites issues de o dans le plan yz, appartiennent à une circonférence de cercle qui contient o.

» Les points r sont alors en ligne droite et l'on voit déjà ainsi que les pieds des perpendiculaires abaissées de o sur tous les plans tangents en m_1 à (S) sont sur un même plan. En outre, comme on va le voir, ils appartiennent à une circonférence de cercle.

» Abaissons de r la perpendiculaire rg sur om_1 et appelons i le point de rencontre de cette droite et de ou.

» On a

$$m_1u \times m_1r = m_1g \times m_1o = (og - om_1)om_1 = or \times oe - \overline{om_1}^2.$$

» On voit ainsi que

$$m_1u \times m_1r = \text{const.},$$

et, comme les points r sont en ligne droite, on peut énoncer ce théorème :

» *Les pieds des perpendiculaires abaissées du centre d'une surface de l'onde sur les plans tangents à cette surface en un de ses points coniques appartiennent à une circonférence de cercle.*

» On peut encore prendre le cas particulier où les points m_1 sont les

points de contact de (S) avec l'un de ses plans tangents singuliers. Les points r sont alors en ligne droite et, par suite, *les points e appartiennent à une circonférence de cercle,* en outre, comme on le voit facilement, *les droites telles que $m_1 e$ passent par un même point de la perpendiculaire abaissée de o sur le plan tangent singulier considéré.*

» Arrivons au théorème de C. Niven. Prenons $o\alpha = o\alpha' = \bar{a}$, on a

$$rm_1 \times ru = re \times ro = \overline{ro}^2 - ro \times eo = \overline{ro}^2 - \bar{a}^2 = r\alpha \times r\alpha'.$$

» Il résulte de là que α, m_1, u, α' sont sur une même circonférence et, par suite, que *la sphère qui passe par le cercle principal du plan yz, et qui passe par m_1, passe aussi par le point u.*

» Ceci étant vrai pour chacun des cercles principaux, on a le théorème de C. Niven.

» Voici encore une application du théorème nouveau, objet principal de cette Note.

» *Déterminer les axes d'une surface de l'onde connaissant les plans principaux de cette surface, un de ses points et son plan tangent en ce point.*

» Les données permettent d'avoir tout de suite les points r, e et, par suite, le point α : le segment $o\alpha$ est l'un des demi-axes demandés. On trouve de même les deux autres axes en employant les deux autres plans principaux.

» Le théorème de C. Niven donne aussi une solution simple de ce problème. »

ALGÈBRE. — *Sur les groupes d'opérations.* Note de M. **Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« (A). Imaginons un Tableau carré, contenant n lignes et n colonnes numérotées 1, 2, ..., n, en sorte que chaque case du Tableau est déterminée par deux nombres, α, β, α étant le rang de la ligne et β le rang de la colonne auxquelles la case appartient. Appelons *file* un système de n cases du tableau, tel qu'il y ait une case et une seule dans chaque ligne et dans chaque colonne. Supposons que la case de la $i^{\text{ème}}$ colonne soit dans la ligne α_i, nous avons ainsi déterminé une substitution

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \cdots & n \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \cdots & \alpha_n \end{pmatrix}.$$

» Réciproquement, à chaque substitution telle que S, correspond une file. La file dont les cases sont toutes sur la diagonale principale du Tableau correspond à la substitution identique.

» Deux cases a et b, rangées dans l'ordre a, b, sont dites *consécutives* si la colonne où se trouve la case a et la ligne où se trouve la case b se croisent sur la diagonale principale. La recherche des cases consécutives d'une file revient à la recherche des cycles de la substitution qui correspond à la file. Soient s et t deux files répondant aux substitutions S et T. La file st, qui correspond à la substitution ST, s'obtient comme il suit : soient a, b deux cases consécutives, prises dans l'ordre a, b, a faisant partie de la file s, b faisant partie de la file t. La case qui est dans la même ligne que a et dans la même colonne que b fait partie de la file st.

» (B) Désignons par G un groupe d'ordre n, dont les opérations sont $a_1, a_2, \ldots, a_n$.

» Supposons qu'on ait $a_i a_k = a_{\varphi_i(k)}$.

» Laissons i fixe et donnons à k les valeurs $1, 2, \ldots, n$. A l'opération a_i je fais correspondre la substitution

$$s_i = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \ldots & n \\ \varphi_i(1) & \varphi_i(2) & \ldots & \varphi_i(n) \end{pmatrix}.$$

» *Les substitutions* $s_1, s_2, \ldots, s_n$ *forment un groupe régulier, d'ordre et de degrés égaux à* n, *holoédriquement isomorphe au groupe d'opérations* G.

» Convenons de dresser un Tableau carré par la règle suivante :

» Si $a_i a_k = a_l$, on placera la lettre a_i dans la case qui occupe la colonne de rang k et la ligne de rang l.

» J'appelle *Table de multiplication* du groupe G le Tableau ainsi formé. D'après (A), on a une règle simple pour trouver, à l'aide de ce Tableau, le produit de deux opérations données du groupe G.

» (C). Soit Γ un ensemble de m symboles $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_m$ tels qu'on ait défini l'addition $\lambda_i + \lambda_j$ et la multiplication $\lambda_i\lambda_j$. Je suppose l'addition et la multiplication associatives et commutatives. Je suppose que $\lambda_i + \lambda_j$, comme $\lambda_i\lambda_j$, fassent partie de l'ensemble; j'admets, enfin, que O fait partie de l'ensemble.

» Je donnerai le nom de *nombres* aux symboles λ, et le nom de *signes* aux symboles a. Je conviens que le produit d'un nombre et d'un signe est commutatif. Je considère l'ensemble (E) des nombres complexes de la forme

$$\alpha = \alpha_1 a_1 + \alpha_2 a_2 + \ldots + \alpha_n a_n,$$

les coefficients $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ étant des nombres pris dans l'ensemble Γ.

» Je définis l'addition $\alpha + \beta$ par la formule

$$\alpha + \beta = (\alpha_1 + \beta_1) a_1 + (\alpha_2 + \beta_2) a_2 + \ldots + (\alpha_n + \beta_n) a_n,$$

et la multiplication $\alpha\beta$ par la formule

$$\alpha\beta = \sum_{i,j} \alpha_i \beta_j a_i a_j,$$

où il faut tenir compte de l'ordre des facteurs. Si $a_i a_j = a_l$, on remplacera $\alpha_i \beta_j a_i a_j$ par $\alpha_i \beta_j a_l$, en sorte que le produit $\alpha\beta$ sera un nombre γ de la forme $\gamma_1 a_1 + \gamma_2 a_2 + \ldots + \gamma_n a_n$, faisant partie de l'ensemble (E). Soit $x = x_1 a_1 + x_2 a_2 + \ldots + x_n a_n$ un nombre inconnu de l'ensemble (E). Le produit αx est de la forme $A_1 a_1 + A_2 a_2 + \ldots + A_n a_n$, où $A_1, A_2, \ldots, A_n$ sont des polynomes linéaires et homogènes en $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Le déterminant des coefficients de ces polynomes s'appellera la *norme* du nombre complexe α. Si la norme de α n'est pas nulle, on ne pourra pas trouver de nombre complexe x différent de zéro, tel que αx soit nul sans que α le soit. Il en sera autrement si la norme de α est nulle.

» Excluons de l'ensemble (E) tous les nombres dont la norme est nulle. La multiplication de deux nombres de l'ensemble (E) est associative, et le produit de deux nombres dont la norme est différente de zéro est aussi un nombre dont la norme est différente de zéro. *Les nombres de l'ensemble* (E) *qui ont une norme différente de zéro forment donc un groupe* (H).

» *Remarque I.* — La norme de α s'obtient comme il suit : dans la Table de multiplication de G, on remplace les symboles $a_1, a_2, \ldots, a_n$ par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$, et l'on regarde le Tableau trouvé comme un déterminant.

» *Remarque II.* — Pour l'ensemble Γ, on peut prendre, par exemple, l'ensemble des nombres entiers pris suivant les modules p, $f(x)$, $f(x)$ étant un polynome à coefficients entiers, irréductible (mod p).

» Les ensembles (E) pourront, à leur tour, servir d'ensemble (Γ). »

PHYSIQUE. — *Sur un moyen de communiquer aux rayons de Röntgen la propriété d'être déviés par l'aimant*. Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. A. Cornu.

« Ayant entrepris quelques recherches sur les rayons de Röntgen, j'ai pensé qu'il serait utile d'examiner si, parallèlement au phénomène de la décharge des corps électrisés provoquée par ces rayons, il ne se produisait

pas un changement dans leur nature. Des considérations fondées sur certaines analogies m'ont conduit à supposer que, si pareil fait était exact, les rayons modifiés devaient être sensibles à l'action d'un champ magnétique. C'est dans cette idée que j'ai entrepris, à la date du 4 mars, l'expérience suivante.

» Au-dessous d'un tube de Crookes et à environ $\frac{1}{2}$ centimètre de la partie la plus brillante, je dispose un écran en plomb percé d'une fente de 2^{mm} de large; $0^{m},04$ plus bas, un second écran en plomb, portant une fente de 5^{mm} de large, complètement fermée par une feuille d'argent excessivement mince, supporte un fil de platine de $1^{mm},5$ de diamètre, exactement placé dans l'axe de l'ouverture et en face de la lamelle d'argent.

» Ce dispositif permet, comme on le voit, de projeter sur une plaque sensible placée au-dessous l'ombre du fil de platine, à l'aide du faisceau de rayons déterminé par les deux fentes.

» Pour modifier ces rayons, je relie la feuille d'argent au pôle négatif de la bobine d'induction qui actionne le tube, de telle sorte que le faisceau qui la traverse a nécessairement subi l'influence de l'électrisation.

» Les rayons électrisés passent ensuite entre les armatures d'un électro-aimant capable de produire un champ d'environ 400 unités C.G.S. dont les lignes de force sont parallèles aux fentes; ils viennent enfin rencontrer la plaque sensible convenablement entourée de papier noir et *fixée sur un support invariable*.

» Afin de constater l'existence d'une déviation même très faible, je place pendant la première moitié de l'expérience, sur la partie droite de la plaque sensible, un écran en plomb que je fais glisser sur la partie gauche au moment où l'on change le sens du courant dans l'électro. De cette manière, l'éloignement des deux segments de l'ombre portée par le fil donne la mesure du double de la déviation produite par le champ magnétique.

» Dans une première expérience, en plaçant la plaque sensible à 8^{cm} seulement des armatures de l'électro-aimant, j'ai obtenu un cliché sur lequel j'ai pu observer une déviation presque insensible, et attribuable jusqu'à un certain point à une illusion d'optique.

» Il n'en est plus de même si l'on porte à 15^{cm} la distance de la plaque; on obtient alors une épreuve semblable à celle que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie et qui ne laisse plus de doute sur l'exactitude de mon hypothèse.

» Quant au sens de la direction, il se détermine par la même règle que

celui des déviations magnétiques des rayons cathodiques à l'intérieur du tube de Crookes.

» J'ai répété la même expérience dans des conditions absolument identiques, *sans électriser le deuxième écran*, et j'ai obtenu deux ombres qui se prolongent exactement, ce qui est conforme au fait déjà connu qu'un champ électrique est sans action *sensible* sur les rayons de Röntgen.

» N'ayant pas encore à ma disposition d'autres sources d'électricité que la bobine même qui sert au fonctionnement de mon tube, il ne m'a pas été possible de répéter mes expériences en électrisant la feuille d'argent par des procédés différents de celui que j'ai indiqué dans cette Note; c'est une lacune que j'espère pouvoir bientôt combler. »

PHYSIQUE. — *Sur l'action mécanique émanant des tubes de Crookes.* Note de M. **J.-R. Rydberg**, présentée par M. Mascart.

« Dans le n° 6 (10 février 1896) des *Comptes rendus*, MM. Gossart et Chevallier ont montré que, dans le voisinage d'un tube de Crookes, un radiomètre mis en mouvement par une chaleur étrangère se cale devant le tube, avec une orientation bien fixe, après des oscillations pendulaires.

» Les résultats de ces recherches offrent un intérêt particulier, parce qu'ils semblent indiquer une méthode exacte de mesurer l'intensité de rayonnement, si l'on peut démontrer que les actions mécaniques observées ont la même origine que les actions photographiques.

» J'ai donc répété les expériences citées et j'ai obtenu les mêmes résultats. Mais, en employant un pendule électrique ordinaire, pour voir s'il serait possible de produire ces phénomènes dans l'air à la pression ordinaire, j'ai constaté que toutes les actions observées sur le radiomètre tiraient leur origine de la couche bien connue d'électricité positive avec laquelle la surface extérieure anticathodique du tube de Crookes est couverte pendant la décharge. Le calage du radiomètre, les oscillations pendulaires autour d'une position d'équilibre, l'influence de la distance du tube sur la force exercée se montrent absolument identiques avec les actions qu'on observe en approchant du radiomètre un conducteur chargé positivement d'une forme ressemblant à celle du tube.

» Quant à la perméabilité pour les actions mécaniques, les corps signalés comme transparents sont des diélectriques, et les corps opaques sont de bons conducteurs, lesquels n'étant pas isolés du sol ont empêché l'in-

fluence de la couche électrique du tube sur les ailettes métalliques du radiomètre. En renfermant le radiomètre dans un cylindre de Faraday, formé d'une feuille d'étain mince qui n'arrête pas l'action photographique, on trouve que le rayonnement du tube n'y produit pas plus d'action mécanique que ne le fait, dans les mêmes conditions, un conducteur chargé d'électricité. Dans ces circonstances, il m'a été possible d'obtenir des photographies de Röntgen à travers un radiomètre sans y apercevoir la moindre trace des actions mécaniques.

» La persistance du calage du radiomètre, après que le courant a été interrompu, tire évidemment son origine de la même source, la charge électrique du verre ne se perdant que lentement dans l'air ambiant. En ôtant, d'une manière quelconque, la charge extérieure du tube, on trouve que l'action sur le radiomètre disparaît instantanément, si l'influence n'a pas duré assez longtemps pour induire des couches électriques sur les parois du radiomètre.

» Toutes les modifications que subit, d'après les auteurs, le champ de force mécanique par des aimants, des courants électriques, etc., s'expliquent également par les variations du champ électrique par l'introduction des corps conducteurs. Un aimant n'agit donc que dans cette qualité, aucune différence n'étant perceptible entre les actions des deux pôles.

» De tous ces faits nous concluons que les phénomènes observés par MM. Gossart et Chevallier *sont dus à l'influence de la couche d'électricité positive de la surface extérieure du tube sur les ailettes métalliques du radiomètre et n'ont rien à faire avec les rayons de Röntgen.* »

PHYSIQUE. — *Origine des rayons de Röntgen.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« Le professeur Röntgen a dit, dans son Mémoire, que les rayons X n'émanent pas des électrodes, mais des régions où les rayons cathodiques frappent la paroi du tube à vide. Même, en prenant une paroi d'aluminium, il a prouvé que la fluorescence visible est inutile. Pourtant, l'accord ne s'est pas fait, et des résultats d'apparence contradictoire ont été récemment publiés. J'ai donc tenté de nouvelles expériences à ce sujet. Elles montrent que les rayons X se développent effectivement sur les parois *internes* du tube, plus généralement aux points où un obstacle quelconque arrête les rayons cathodiques, et pas en d'autres points.

» J'ai employé le dispositif de la chambre noire.

» Un trou de petit diamètre (1^{mm}), percé dans une plaque de laiton, située à quelques centimètres du tube, permettait d'obtenir l'image des régions actives sur une plaque photographique placée au delà.

» Je vérifiai d'abord ainsi que les parties utiles de la plaque sont bien celles que frappent les rayons cathodiques.

» Puis je disposai sur le trajet de ces rayons un obstacle en aluminium de forme simple (étoile ou croix); l'image de cet obstacle apparut très intense. Elle n'apparut pas lorsque, au moyen d'un aimant, on empêcha les rayons cathodiques de tomber sur l'obstacle.

» Cet obstacle pouvait d'ailleurs être pris comme anode : cela ne changea rien à aucun de ces deux résultats.

» L'expérience réussit également bien avec des corps moins perméables aux rayons X que l'aluminium et le verre, tels que le cristal et le platine. Pour le montrer, j'ai construit un tube en verre transparent aux rayons X, et, à l'intérieur de ce tube, je plaçai un obstacle mi-partie en platine, mi-partie en cristal. Naturellement la plaque photographique fut disposée de manière à recevoir les rayons X émis par celle des faces de l'obstacle que frappaient les rayons cathodiques. Les images obtenues furent encore nettes et très intenses.

» Dans aucune de ces expériences, la cathode ne donna son image.

» En résumé, *aux points où une matière quelconque arrête les rayons cathodiques, se développent des rayons de Röntgen*, et il ne paraît pas s'en développer en d'autres points.

» Ces rayons divergent dans toutes les directions; seulement certaines substances, telles que le cristal, les absorbent rapidement; on comprend ainsi pourquoi les tubes en cristal ont un rendement faible, quoique la production y soit intense. Toute l'importance pratique des tubes à fluorescence verdâtre résulte de la transparence du verre dont ils sont formés [1]. »

PHYSIQUE. — *Recherches concernant les propriétés des rayons* X. Note de MM. le Prince **B. Galitzine** et **A. de Karnojitzky**, présentée par M. L. Cailletet. (Extrait.)

« En poursuivant, avec de nouveaux tubes de Crookes, de formes diverses, les recherches que nous avons déjà soumises à l'Académie, nous avons obtenu de nouvelles photographies d'après lesquelles les centres d'émission des rayons X sont nettement caractérisés.

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Physique de l'École Normale.

» D'après l'ensemble de nos recherches, l'existence, dans quelques cas, d'un centre d'émission d'origine anodique semble être mise désormais hors de doute. On observe en outre quelquefois que, si l'on intervertit l'anode et la cathode, le nouveau centre anodique se produit là où se trouvait auparavant le centre cathodique, mais ce dernier est toujours plus intense.

» Pour expliquer l'ensemble des faits observés, nous avons, dans notre Note précédente, proposé l'hypothèse des foyers, qui semble bien correspondre à tous les détails de nos expériences et qui, d'ailleurs, est d'accord avec ce fait, que les centres d'émission se trouvent d'ordinaire dans le voisinage de l'endroit où le verre du tube de Crookes devient fortement fluorescent, vu que c'est précisément là que l'action des rayons cathodiques se concentre. C'est cette hypothèse qui nous paraît offrir le plus de vraisemblance....

» Il se présente une autre question. Les rayons X correspondent-ils à des vibrations longitudinales ou à des vibrations transversales? Cette question pourrait être tranchée si l'on pouvait démontrer qu'ils se polarisent.

» Les premières recherches que nous avons entreprises à ce sujet ont échoué. Nous avons alors fait préparer trois petites plaques de tourmaline très minces (environ $0^{mm},5$ d'épaisseur). Sur la plus grande se posaient les deux autres, une parallèlement et l'autre perpendiculairement à la première. S'il y a polarisation là où les plaques sont croisées, on doit s'attendre à voir l'action des rayons X affaiblie. Il va sans dire que l'action de la lumière ordinaire a été exclue et qu'on a changé plusieurs fois la position relative des petites plaques, afin d'éliminer toute influence d'inégale épaisseur ou de manque d'homogénéité. Dans les huit épreuves obtenues, on peut distinguer que là où les plaques ont été croisées l'action photochimique des rayons X a été moindre [1].

» On peut en conclure que les rayons X se polarisent et, par suite, qu'ils correspondent à des vibrations transversales. »

---

[1] Pour renforcer ces épreuves, nous avons eu recours à M. Bourinsky, qui a récemment indiqué une méthode ingénieuse pour renforcer les négatifs faibles, méthode basée sur le principe de la superposition des pellicules (voir *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, n° 4, avril 1895). La différence des teintes a été mise ainsi hors de doute, comme on peut le voir sur les épreuves que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie.

PHYSIQUE. — *Sur la réduction de temps de pose dans les photographies de Röntgen*. Note de M. **Georges Meslin**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, au sujet des rayons de Röntgen, un perfectionnement qui permet de réduire encore, dans des proportions notables, la durée de la pose. Il consiste à se servir d'un électro-aimant, ou même d'aimants permanents, pour créer un champ magnétique perpendiculaire aux rayons cathodiques dans l'intérieur du tube. Par ce procédé, on déplace et l'on concentre en même temps la tache fluorescente d'où émanent les rayons X. On obtient ainsi un double avantage.

» En premier lieu, on condense la tache active en face du diaphragme circulaire, de façon à faire passer la totalité des rayons primitivement disséminés sur la calotte de verre; on augmente donc l'intensité sans diminuer la netteté. En second lieu, on peut alors, dans les différentes expériences, utiliser successivement les diverses régions du tube : ce résultat a une certaine importance, car, lorsqu'on emploie toujours la même région, la tache qui était d'abord verte devient peu à peu jaunâtre, au fur et à mesure qu'il se forme un léger dépôt brun qui finit par rendre cette région inactive; on peut, au contraire, en déplaçant très peu l'électro-aimant, utiliser chaque fois une partie nouvelle [1].

» Par ce procédé, on peut se contenter d'ouvrir et de fermer presque aussitôt le courant inducteur, lorsqu'on veut obtenir la silhouette d'objets métalliques; mais lorsqu'il s'agit de parties où l'opposition est moins tranchée, comme la chair et les os, il est nécessaire d'avoir une pose un peu plus longue, quoique fort réduite; c'est ainsi que nous avons obtenu en vingt-cinq secondes la silhouette des os de la main, assez nettement pour qu'on puisse y voir la trace d'une fracture à la dernière phalange d'un doigt; or, la personne sur laquelle nous avons opéré s'est rappelée qu'il lui était arrivé, il y a trois ans, un accident qui a d'ailleurs laissé une cicatrice extérieure encore visible; elle avait eu le doigt pris dans un engrenage et la blessure avait provoqué la chute de l'ongle [2]. »

---

[1] Pour explorer le champ autour des tubes de Röntgen, j'emploie un *photomètre* dont la description paraîtra prochainement dans le *Journal de Physique;* il permet de mesurer en unités fixes l'éclairement en rayons X. Je l'ai utilisé pour vérifier la loi du carré des distances.

[2] Ces expériences ont été faites à la Faculté des Sciences de Montpellier, avec l'aide de mon préparateur M. Chaudier.

PHYSIQUE. — *Procédé permettant d'abréger le temps de pose pour la photographie aux rayons* X. Note de M. **Basilewski**, présentée par M. Lannelongue. (Extrait.)

« ... Pour abréger le temps de pose, dans la photographie des objets à travers les corps opaques, j'ai cherché à mettre à profit la propriété que possèdent les rayons X de rendre lumineux certains corps fluorescents.... Voici le procédé à l'aide duquel j'ai obtenu les épreuves ci-jointes.

» Je prends une plaque sensible (A. Lumière) face en dessus, je la recouvre d'une feuille de papier enduite d'une couche de platinocyanure de baryum, de manière que les deux surfaces préparées se touchent; j'enveloppe le tout dans deux feuilles de papier noir; je place ensuite, sur la plaque ainsi disposée, les objets à photographier, et je laisse agir les rayons X à la manière ordinaire. Il va sans dire que la couche sensible de la plaque doit se trouver en dessus, et non en dessous, puisque les rayons X ne traversent pas le verre, et que, par conséquent, la feuille de papier fluorescent doit se trouver *entre la plaque et l'objet.*

» Par ce procédé, le squelette de la main a été obtenu en dix minutes; une épreuve, montrant des pièces de monnaie et un crayon porte-mine, en *trois minutes* seulement; malgré cette pose si courte, on voit fort bien la mine à l'intérieur du crayon.

» On peut également employer d'autres sels fluorescents. J'ai obtenu de bonnes épreuves avec le bisulfate de quinine, mais ce sel demande une pose plus longue, le double environ.

» La bobine dont j'ai fait usage donne 10^{cm} d'étincelles avec 8 éléments Radiguet au bichromate de potasse. »

PHYSIQUE. — *Réduction du temps de pose dans la photographie par les rayons* X. Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous nous sommes proposé, en employant seulement le dispositif le plus facile à réaliser, pile, bobine et tubes de Crookes, sans avoir recours à des courants très intenses et tout en interposant un diaphragme, dont la suppression n'augmenterait l'intensité du faisceau utilisé qu'au dépend de la netteté, de réduire la durée du temps de pose nécessaire pour l'obtention de photographies des diverses régions du corps humain.

» A cet effet nous avons cherché à augmenter, toutes choses égales d'ailleurs, la puissance d'un tube de Crookes et avons obtenu des résultats satisfaisants en déviant par un aimant le faisceau intérieur des rayons ca-

thodiques. Ce faisceau, dans nos tubes, est constitué par des rayons qui divergent à partir de la cathode; il y avait donc lieu de croire qu'en déviant ces rayons de manière à leur faire rencontrer la paroi en verre plus près de la cathode, alors qu'ils ne sont pas encore notablement dispersés, on déterminerait une fluorescence plus intense et l'on accroîtrait l'intensité du faisceau de rayons X émis, ce qui permettrait de réduire le temps de pose.

» L'expérience a confirmé ces prévisions et nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie les épreuves suivantes :

» N° 1. Main d'adulte obtenue en cinq minutes; la netteté est telle qu'on reconnaît facilement l'existence de deux os sésamoïdes du pouce.

» N° 2. Poignet d'adulte obtenu en cinq minutes; les divers os du carpe apparaissent nettement séparés et l'on distingue facilement l'ombre du pisiforme à cheval sur celles du pyramidal et de l'os crochu.

» N° 3. Main d'adulte obtenue en trois minutes; on distingue de minutieux détails sur certains os, un sésamoïde du pouce et la gouttière du fléchisseur propre du même doigt.

» N° 4. Main d'enfant obtenue en deux minutes.

» N° 5. Main d'enfant obtenue en une minute; sur chacune de ces deux épreuves on voit facilement l'état de l'ossification.

» N° 6. Grenouille, fixée sur carton, obtenue en huit secondes.

» Les cinq premières photographies ont été faites sur le vivant.

» Pour achever de fixer les conditions de nos expériences, nous ajouterons que nous nous sommes servis d'une grosse bobine actionnée au moyen d'un courant fourni par dix éléments au bichromate, lequel courant avait, en marche, une intensité de trois ampères. Il est évident d'ailleurs qu'avec une intensité de courant plus grande, le temps de pose pourra être encore très réduit.

» On peut réaliser une nouvelle réduction notable du temps de pose, en supprimant tout diaphragme; toutefois, il faut renoncer alors à obtenir le degré de netteté que présentent les épreuves ci-dessus. En employant, au lieu du diaphragme de 14^{mm} de diamètre, qui a servi pour ces épreuves, un diaphragme d'un diamètre de 3^{cm}, nous avons pu abaisser le temps de pose à trente secondes pour un poignet et un avant-bras d'adulte; mais les os du carpe et de l'avant-bras, ainsi qu'on peut en juger par l'épreuve n° 7, sont notablement moins nets que sur l'épreuve n° 2.

» Les résultats signalés ci-dessus confirment à nouveau l'avantage qu'il y aurait à donner une forme concave à la cathode, ou à diminuer, dans le

cas des cathodes ordinaires, la distance entre la cathode et la paroi opposée du tube d'où émanent les rayons X.

» Notre procédé, pour augmenter la puissance d'un tube de Crookes, ne présente pas, sans doute, l'avantage de la disposition que M. d'Arsonval a fait connaître dans la séance du 9 mars, à propos de notre Communication du même jour, de supprimer l'échauffement du tube. Toutefois, en laissant fréquemment reposer le tube pendant la pose, nous n'avons eu aucun accident; rien n'empêcherait d'ailleurs, semble-t-il, de combiner les deux procédés. Dans tous les cas, l'emploi d'un aimant permettra à chacun d'augmenter notablement la puissance d'un tube donné, sans rien changer aux ressources dont on dispose.

» Nous joignons à notre Note quelques épreuves obtenues avant que nous ayons ajouté un aimant à notre dispositif expérimental. Ces épreuves, qui nous paraissent recommandables, soit à cause de leur netteté, soit par suite des renseignements cliniques qu'elles ont pu fournir, représentent :

» Le n° 8, une fracture ancienne et vicieusement consolidée du radius;

» Le n° 9, une ankylose du poignet à la suite de fracture avec plaie; on voit l'existence d'un cal volumineux au niveau de l'extrémité du radius et comme une cimentation osseuse générale des os du carpe;

» Le n° 10, un poignet d'enfant de huit ans;

» Le n° 11, un coude normal d'adulte, photographié d'avant en arrière, l'avant-bras étant en supination; on aperçoit l'olécrane qui augmente l'épaisseur et l'opacité d'une région de l'extrémité de l'humérus, et la cavité olécranienne qui se présente avec une transparence plus grande;

» Le n° 12, une fracture de l'olécrane sur un adulte, photographiée de haut en bas, le bras étant horizontal et l'avant-bras en pronation; on aperçoit l'intervalle qui sépare l'olécrane du corps du cubitus et l'ombre d'un fil d'argent qui réunit les deux parties de l'os fracturé;

» Le n° 13, un genou d'enfant de huit ans, épreuve sur laquelle on voit l'état de l'ossification; par suite de la position donnée à la jambe pendant la pose, le péroné est presque entièrement recouvert par le tibia, mais sa forme est cependant bien visible à travers l'os volumineux qui le recouvre;

» Le n° 14, une main d'enfant de douze ans, atteinte de *spina ventosa* dont le début remonte à quatre ou cinq mois; on voit, de part et d'autre de la première phalange de l'annulaire, une double ligne donnée par le périoste décollé et épaissi.

» Les résultats de la photographie par les rayons X se présentent sous un aspect plus séduisant si l'on fait des positifs réduits, sur verre, des négatifs obtenus directement, et si l'on tire ensuite des épreuves sur papier de ces nouveaux clichés; ces épreuves sont alors semblables, comme

répartition de la lumière, aux clichés primitifs, et les os y apparaissent en blanc, ce qui se rapproche davantage de la réalité.

» Les épreuves n^{os} 15, 16 et 17 sont les réductions ainsi obtenues des épreuves n^{os} 1, 11 et 14. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons* X. Extrait d'une lettre de M. **Piltschikoff** à M. Lippmann.

« .... En employant un tube de Puluj excité par une machine Wimshurst, j'ai obtenu une épreuve photographique en *deux secondes*. Cette durée de pose était amplement suffisante, la plaque phosphorescente du tube étant à 4^{cm} de la plaque.

» Permettez-moi de rappeler, à ce propos, que dans le Mémoire dont une partie a été reproduite par les *Comptes rendus* [1], j'ai donné une solution, au moins partielle, de la question posée par M. H. Poincaré (*Revue générale des Sciences*, p. 36) : « On peut alors se demander si tous » les corps, dont la fluorescence est suffisamment intense, n'émettent pas, » outre des rayons lumineux, des rayons X. »

» J'ai démontré en outre la non-influence des actions électrostatiques sur les rayons X. Enfin, j'ai montré de mon côté, concurremment avec d'autres physiciens, la transparence du diamant pour ces rayons, et leur action déchargeante sur un corps électrisé. Ce corps était l'amalgame de sodium contenu dans un tube d'Elster et Geitel. »

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir de résistance, au passage des rayons Röntgen, de quelques liquides et de quelques substances solides.* Note de MM. **Bleunard** et **Labesse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note communiquée à l'Académie dans la séance du 2 mars, nous avons exposé la méthode expérimentale à laquelle nous avons dû recourir pour entreprendre cette étude; nous donnons aujourd'hui quelques-uns des résultats auxquels nous sommes arrivés.

» Pour exprimer les résultats obtenus, nous avons cru indispensable de donner à ces résultats des coefficients que nous appelons *coefficients de pénétration ou de trans-*

---

(1) *Comptes rendus*, même Volume, p. 461.

lucidité, mais nous n'employons encore jusqu'à présent cette notation qu'à titre de simples indications ou mieux de points de comparaison, nous réservant de donner une méthode photométrique qui permettra d'apprécier avec précision le pouvoir de résistance de pénétration des corps par les rayons Röntgen.

» Notre échelle des coefficients croît avec la transparence des liquides, c'est-à-dire que, pour une même expérience, nous donnons au liquide qui s'est laissé traverser le plus facilement le coefficient 10, alors que l'opacité complète répond à 0.

» Nous indiquons ci-après les résultats auxquels nous sommes arrivés en multipliant les essais, et en variant sur les plaques sensibles la disposition des liquides pour échapper à toute erreur pouvant provenir soit de l'intensité ou de la direction des rayons Röntgen, soit des plaques sensibles elles-mêmes. Les résultats donnés ont toujours concordé.

» I. *Influence du degré de concentration.* — Nous avons exposé aux rayons Röntgen des solutions de titre varié de chlorures, bromures et iodures alcalins. Le bromure de sodium peut servir de type.

		Coefficients.
Solution de bromure de sodium à	5 %......	10
»	10 %........	6
»	15 %........	3
»	20 %........	2

» Il n'y a pas, comme on peut le voir, de proportionnalité; on tend rapidement vers une limite, qui est la saturation du liquide.

» II. *Influence du métalloïde.* — Famille du fluor, du chlore, du brome et de l'iode. Solutions de même concentration.

		Coefficients.
Résultats :	Fluorure de sodium............	10
»	Chlorure de sodium............	8
»	Bromure de sodium............	6
»	Iodure de sodium..............	5

» Les rayons Röntgen ont d'autant plus de difficulté à venir impressionner les plaques sensibles à travers les solutions, que les poids atomiques des métalloïdes sont plus élevés.

» III. *Influence du métal.* — Famille du lithium, du sodium, du potassium, de l'ammonium. Solutions de même concentration 20 pour 100.

		Coefficients.
Résultats A :	Bromure de lithium.........	10
»	Bromure de sodium.........	8
»	Bromure de potassium.......	3
»	Bromure d'ammonium.......	3
» B :	Iodure de sodium...........	10
»	Iodure de potassium.........	4

» L'opacité augmente donc avec le poids atomique du métal; l'ammonium semble faire exception, son opacité est sensiblement égale à celle du potassium.

» Nous avons étudié l'influence du métal pour plusieurs autres solutions salines absolument différentes :

Eau............ coefficient : 10

	Coefficients.		Coefficients.
A. Sulfate de soude......	9	B. Azotate de soude......	8
Sulfate de cuivre........	5	Azotate de potasse.....	7
		Azotate d'urane.......	1

	Coefficients.
C. Chlorure de zinc...........	4
Chlorure de fer............	5
Chlorure de manganèse.....	5

» Comme pour les métaux alcalins, l'opacité de ces différentes solutions a toujours augmenté avec le poids atomique du métal; l'azotate d'urane, en particulier, oppose une grande résistance au passage des rayons.

» IV. *Étude de quelques substances solides.* — Les résultats obtenus sont encore bien incomplets; nous nous promettons de poursuivre ces études; toutefois nous pouvons, dès maintenant, donner les résultats suivants :

» Famille du carbone, du silicium et du bore : le carbone est transparent et communique sa propriété aux combinaisons organiques; la plombagine, le noir de fumée sont transparents pour les rayons Röntgen. Il en est de même de la naphtaline, de l'anthracène et de tous les corps suivants : gélatine, camphre, acide picrique, fluoresceine, celluloïd, matières grasses, alcool, pétrole, glycérine. Le silicium est transparent et semble communiquer sa transparence à la silice amorphe et à l'amiante. Le bore est assez transparent.

» Famille du soufre, sélénium, tellure : opaque, sauf le soufre, qui laisse légèrement passer.

» Famille du phosphore et de l'arsenic : opaque.

» Les résultats de nos essais sur la plus ou moins grande résistance aux rayons Röntgen des différents corps solides que nous avons soumis à l'expérience concordent absolument avec les résultats obtenus par M. Maurice Meslans, résultats qui ont fait l'objet d'une Note présentée à l'Académie le 10 février 1896.

» En résumé, l'opacité des corps semblerait croître avec les poids atomiques (pour les solutions salines) du métal et du métalloïde.

» *Application.* — L'un de nous, M. Bleunard, a eu l'idée d'appliquer le pouvoir d'opacité des bromures alcalins à la photographie des caractères écrits avec de l'encre additionnée de bromure de potassium. Une lettre écrite avec une pareille encre, mise sous enveloppe, a été complètement et lisiblement reproduite sur la plaque sensible.

» Nous nous promettons de continuer ces recherches, en les appliquant également aux gaz, recherches que, jusqu'à présent, nous n'avons qu'effleurées. »

PHYSIQUE. — *Action des rayons X sur les pierres précieuses*. Note de MM. **Abel Buguet** et **Albert Gascard**, présentée par M. Henri Moissan.

« La transparence de l'aluminium pour les rayons X nous a conduits à penser que ses combinaisons gardent quelque chose de cette propriété.

» L'alumine cristallisée, qui, sous les noms de *corindon, rubis, saphir, émeraude, topaze, œil-de-chat*, constitue la plupart des pierres les plus recherchées après le diamant, se place entre celui-ci et les imitations simples ou doublées de ces diverses gemmes.

» La *turquoise* (phosphate d'aluminium) se distingue aussi sûrement de ses imitations.

» Le mellate d'aluminium naturel (*mellite*) est à peu près aussi transparent que le carbone.

» D'autres expériences ont porté sur les perles. Elles nous ont montré que les perles fines, de petite taille, sont moins opaques que les fausses de même dimension, et peuvent être nettement différenciées par les rayons X.

» Pour les grosses perles, la distinction n'est plus assurée; le résultat dépend du mode de confection de la perle fausse. »

PATHOLOGIE CHIRURGICALE. — *Trois cas d'application chirurgicale des photographies de Röntgen*. Note de M. **Pierre Delbet**, présentée par M. F. Guyon.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie trois photographies de Röntgen, qui ont un réel intérêt chirurgical. Ces photographies, d'une netteté véritablement remarquable, ont été faites toutes les trois dans le laboratoire de recherches de la Société *l'Optique* par M. A. Londe, directeur du Service photographique de la Salpêtrière.

» 1° L'une a pour but de préciser dans une main le siège d'une balle de revolver reçue il y a douze ans. Chose curieuse, on cherchait une balle et l'on en a trouvé deux. Le projectile est entré du côté palmaire, un peu en dehors du deuxième métacarpien. Il devient évident, lorsqu'on inspecte la photographie, qu'il a rencontré le troisième métacarpien, s'est coupé sur lui de telle sorte qu'une moitié est restée contre cet os, tandis que l'autre a cheminé jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par le métacarpien suivant. Aucun de ces fragments n'est perceptible à la palpation la plus attentive. Je n'ai enlevé ni l'un, ni l'autre, parce qu'ils ne déterminent pas de troubles; mais personne ne peut nier que, si l'ablation avait été indiquée, cette photographie aurait rendu de très grands services : elle aurait permis de marcher directement et sûrement sur les corps étrangers. Mais supposons que, sans l'aide de la photographie, on eût été à la

recherche de cette balle. On se serait estimé fort heureux d'avoir trouvé un corps étranger. Peut-être eût-on été étonné de son petit volume, mais on aurait pensé sans doute que le plomb avait été en partie corrodé par les bourgeons charnus comme l'ont été des chevilles d'ivoire dans des expériences célèbres; le malade ne sait pas d'ailleurs le calibre exact du projectile qu'il a reçu. Il est bien probable, en tout cas, qu'on n'eût pas songé, ayant trouvé un corps étranger, à en chercher un second, alors qu'il était certain qu'un seul avait pénétré; et les accidents auraient pu persister après comme avant l'opération.

» 2° Voici une deuxième photographie ayant trait à une fracture de jambe, qui présente plusieurs points intéressants. La fracture était incontestablement de cause indirecte. Le malade avait été renversé par une voiture, mais ni les sabots du cheval, ni les roues n'avaient touché la jambe blessée. Cependant, bien qu'il n'y ait qu'un trait de fracture sur le tibia, il y en a deux sur le péroné avec un fragment intermédiaire, long d'environ 15^{cm}. Cette fracture s'est terminée par une pseudarthrose que j'ai traitée par la suture osseuse. La disposition était telle que je n'ai pas pu faire le cerclage de l'os; j'ai dû me borner, par nécessité, à mettre un seul fil d'argent en sautoir. On voit que ce fil n'a pas empêché le déplacement de se reproduire.

» 3° La troisième photographie est d'un coude réséqué. Il s'agissait d'une ankylose consécutive à une arthrite blennorhagique. J'ai fait une première résection modelante, trochléiforme, à la suite de laquelle l'ankylose s'est reproduite aussi serrée qu'auparavant. Dans une seconde résection, j'ai enlevé une grande étendue d'os et j'ai de plus extirpé une bande de périoste, transversale et circulaire, entre les extrémités osseuses. Le résultat fonctionnel est pleinement satisfaisant. L'articulation est solide et mobile. L'extension se fait complètement, la flexion va jusqu'à angle très aigu; seuls, les mouvements de pronation forcée sont limités. On voit sur cette photographie que l'olécrane ne s'est pas reproduit, ce qui n'a rien de surprenant, puisque j'avais enlevé une bande de périoste. Le triceps n'en est pas moins capable de produire une extension active, même contre l'action de la pesanteur, bien que l'opération date à peine de deux mois. Ce fait montre donc qu'avec le procédé de M. Farabeuf les expansions aponévrotiques conservées sont suffisantes, même en l'absence de régénération de l'olécrane, pour permettre au triceps d'agir. On voit, en outre, que les deux os de l'avant-bras ont subi un mouvement de glissement en dehors. Bien que ce déplacement n'ait pas eu de conséquence au point de vue fonctionnel, je m'efforcerai à l'avenir de l'éviter. »

PHYSIQUE. — *Les rayons de Röntgen dans l'œil.* Note du Dr **Wuillomenet** (1), présentée par M. Schützenberger.

« Il a déjà été démontré expérimentalement que les milieux transparents de l'œil, qui se laissent facilement traverser par les rayons lumineux, sont peu perméables aux rayons X.

---

(1) C'est au gracieux concours de M. Féry, Chef des travaux pratiques à l'École de Physique et de Chimie, que nous devons ces clichés.

» Dans une série d'expériences, nous avons photographié la tête d'un lapin adulte; dans le corps vitré de l'un des yeux, nous avions introduit, par une petite ouverture faite à la partie postérieure de la sclérotique, un grain de plomb de chasse n° 10. L'œil traumatisé touchait directement le châssis renfermant la plaque sensible, et était à environ $0^m,12$ de distance de l'extrémité inférieure d'un tube de Crookes. Les rayons ont été obtenus au moyen d'une bobine d'induction actionnée par six accumulateurs; l'intensité du courant inducteur était réglée par un rhéostat.

» La pose a été de trois heures; sur le cliché que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie, on voit parfaitement le corps étranger, ce qui semblerait indiquer que l'imperméabilité des milieux de l'œil, pour les rayons X, n'est pas absolue.

» Dans une deuxième série d'expériences, nous nous sommes servi d'une tête humaine; nos résultats ont été négatifs, malgré une grande intensité du rayonnement et une pose prolongée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel élément contenu dans les terres rares voisines du samarium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait que Marignac a obtenu par fractionnement des terres voisines du samarium à sulfates potassiques peu solubles, une terre qu'il nomma d'abord Y_α, puis gadolinium, après que M. Lecoq de Boisbaudran l'eut plus nettement caractérisé par son spectre particulier [1]. En fractionnant par cristallisation, dans l'acide azotique fumant ($d = 1,45$), la portion des terres rares riches en samarium, j'ai séparé d'abord un azotate incolore, peu soluble à froid, ne donnant plus que de faibles traces des bandes d'absorption du samarium, et montrant avec l'étincelle un très beau et riche spectre du gadolinium, puis des fractions plus solubles de plus en plus jaunes jusqu'à des portions d'un jaune orangé et très intense.

» Ces dernières fournissent un beau spectre de lignes sans traces des raies ni des bandes du gadolinium. Si l'on examine à l'étincelle les fractions internes, on voit les raies fortes du gadolinium s'affaiblir à mesure que les

---

[1] D'après M. Bettendorf (*Annal. der Chem.*, t. CCLXX, p. 376-383), la gadoline (qu'il décrit avec des propriétés tout à fait les mêmes que celles qu'ont données Marignac et Lecoq de Boisbaudran) ne fournirait dans l'étincelle qu'une raie ($\lambda = 609,4$) très forte et des traces de bandes. Je ne puis comprendre ce résultat. Avec l'étincelle condensée ce savant n'a pas dû voir, en effet, de fortes bandes, mais bien l'admirable, très riche et très sensible spectre de raies du gadolinium. Avec l'étincelle non condensée, il est bien difficile de manquer son spectre de bandes. Je ne puis que croire à quelque méprise.

azotates deviennent plus solubles et, inversement, les très faibles raies du samarium se renforcer de plus en plus.

» Mais, à côté de ces dernières, il en est d'autres d'intensité moyenne dans le premier spectre, qui se renforcent d'abord pour atteindre leur maximum d'éclat, alors que les raies du gadolinium sont affaiblies et celles du samarium ne sont pas encore très fortes, et qui diminuent ensuite d'intensité pour ne plus paraître qu'assez faibles dans le samarium le plus pur que je possède encore.

» On est donc obligé d'admettre la présence d'un azotate particulier, plus soluble dans l'acide azotique concentré que celui du gadolinium et moins que celui du samarium. La terre tirée de cet azotate diffère des terres rares déjà connues :

» 1° Par ses sels incolores sans spectre d'absorption ([1]).

» 2° Elle est incolore, ce qui la distingue de la terbine;

» 3° Elle diffère, par son spectre, des oxydes de lanthane, cérium, gadolinium, ytterbium et terbium, seules terres rares à sels incolores encore connues.

» Elle se distingue en outre beaucoup des oxydes de lanthane et cérium par sa basicité relativement faible et son sulfate double potassique relativement soluble, de l'ytterbine par sa basicité relativement forte et le peu de solubilité de ce sulfate double; mais elle se rapproche beaucoup de la gadoline et de la samarine dont son spectre la distingue. Je désignerai provisoirement, jusqu'à ce que j'aie pu l'isoler dans un plus grand état de pureté, le radical de cette terre par Σ et cette terre elle-même par Σ^2O^3.

» Outre Σ^2O^3 on peut soupçonner la présence d'une autre terre. Si, en effet, on compare avec soin les spectres du gadolinium et de Σ, on constate qu'outre les raies du premier, plus fortes dans le premier spectre que dans le deuxième, il s'en trouve d'autres à peu près aussi fortes dans l'un que dans l'autre et qui pourraient appartenir à un troisième élément. Je ne veux pas insister sur ce point douteux que des circonstances particulières pourraient expliquer autrement et me contente de signaler quelques raies fortes qui m'ont paru appartenir respectivement au gadolinium et à Σ. Parmi les raies de Σ je relève comme les plus caractéristiques : 4228,1, 4205,9, 4128,4, 3972,2, 3930,8, 3819,9; parmi celles du gadolinium on

([1]) On voit encore sur mes produits le spectre du samarium assez fort, mais absolument rien autre.

remarque surtout : 4263,1, 4178,2, 4098,6, 4063,4, 4049,9, 3959,9, 3958,1, 3916,7, 3852,6, 3850,9, 3549,3, 3545,7.

» J'ai pu m'assurer, grâce à l'obligeance de M. Lecoq de Boisbaudran, qu'on ne peut attribuer au terbium aucune des raies précédentes. Il a bien voulu, en effet, mettre à ma disposition, d'une part, un échantillon de sa gadoline la plus pure, résultat de longs fractionnements de celle déjà très riche de Marignac; d'autre part, une terbine d'un brun chocolat très foncé, fruit de belles recherches qui ont amené, entre autres découvertes, celle du dysprosium et, sans doute, l'une des plus riches encore obtenues. J'ai examiné leur spectre et j'ai constaté que Σ ne s'y montrait qu'accessoirement.

» Je dois au même savant d'avoir pu examiner une samarine préparée par M. Clève et que l'on considère comme l'une des plus pures encore préparées. La terre de l'illustre savant suédois ne contient, en effet, sensiblement pas de terbine, peu de gadoline; mais elle doit renfermer une proportion très considérable de Σ. J'en conclus que le poids atomique du samarium devra certainement être changé et probablement sensiblement abaissé au-dessous de 150, chiffre actuellement admis. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des réducteurs sur les composés du ruthénium nitrosé.* Note de M. L. **Brizard**, présentée par M. Troost.

« Parmi les combinaisons du ruthénium avec les halogènes, il existe une série de sels décrits d'abord par Claus comme appartenant au type RuX^4; M. Joly a repris depuis l'étude de ces sels et a montré nettement qu'ils renferment le groupe AzO et dérivent du type $RuAzOX^3$. M. Joly a montré de plus, par l'étude d'un grand nombre de ses composés, la stabilité extraordinaire de ce groupe RuAzO, qui résiste à une ébullition prolongée soit avec de l'ammoniaque, soit avec des alcalis fixes.

» Il était intéressant de rechercher quelle serait, sur des composés métalliques aussi stables renfermant le groupe AzO, l'action des réducteurs, soit en liqueur acide, soit en liqueur alcaline.

» *Action du formol.* — L'action du formol en liqueur alcaline, qui est très complexe et dont je poursuis l'étude, m'a permis d'isoler un nouveau composé nitrosé, bien défini, cristallisé, dont je vais indiquer la composition et quelques propriétés.

» Lorsqu'on ajoute un excès d'alcali, puis du formol, à une solution du chlorure double $RuAzOCl^3, 2KCl$, et qu'on chauffe vers 60°, la liqueur rouge violacé devient

brune; il se dépose un précipité noir très ténu, et l'on observe un dégagement de gaz ammoniac.

» La liqueur brune est une solution alcaline de plusieurs oxydes, provenant tous d'une réduction plus ou moins avancée de l'hydrate $RuAzO(OH)^3$; neutralisée par l'acide chlorhydrique, elle laisse déposer le mélange de ces différents oxydes sous forme d'un précipité brun, gélatineux; ce précipité se dissout dans l'acide chlorhydrique en donnant une liqueur rouge brun, qui, évaporée avec du chlorure de potassium, laisse déposer du sesquichlorure double $Ru^2Cl^6, 4KCl$, mélangé de petits cristaux rouges; ces derniers se dissolvent très lentement dans l'eau froide, ce qui permet de les isoler par des lavages à l'eau; examinés au microscope, ils ont une forme analogue à ceux du sesquichlorure double $Ru^2Cl^6, 4KCl$, mais sont beaucoup plus rouges; ils agissent fortement sur la lumière polarisée.

» L'analyse montre que ces cristaux renferment du ruthénium, du potassium, du chlore, de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène; j'ai dosé tous ces éléments, à l'exception de l'oxygène, et j'ai trouvé que la composition du sel est représentée par la formule

$$Ru^2.AzO.H^4.Cl^5, 3KCl.$$

» Cette composition peut être interprétée de différentes manières; mais la formule développée qui représente le mieux les propriétés du corps est la suivante :

$$\begin{array}{l} Ru.AzO.H^2, 2HCl \\ | \\ Ru.Cl^3, 3KCl \end{array}$$

qui conduit à considérer le corps comme un chlorhydrate.

» Ce corps est, en effet, anhydre, et ne perd de l'eau qu'en se décomposant lorsqu'on le calcine au rouge sombre.

» Sa solution dans l'eau est *acide* au tournesol.

» La potasse donne, à froid, un précipité brun clair, gélatineux; en opérant avec une solution titrée, j'ai trouvé que trois molécules de potasse précipitent complètement le ruthénium contenu dans une molécule du sel; la liqueur qui, jusqu'à la fin, était acide, devient alors neutre et incolore. L'analyse du précipité montre que c'est un oxychlorure renfermant deux atomes de chlore; chauffé à l'étuve, à 120°, il a une composition représentée par la formule

$$Ru^2.AzO.H^2.OH.Cl^2, 2H^2O.$$

» Il se dissout à froid dans l'acide chlorhydrique et la liqueur, évaporée avec du chlorure de potassium, donne de nouveau les cristaux rouges.

» L'ammoniaque paraît n'avoir pas d'action à froid sur la solution des cristaux rouges; mais si l'on porte à l'ébullition, avec un excès d'ammoniaque, la liqueur qui était d'un beau rouge se décolore presque complètement et devient jaunâtre; elle laisse déposer par concentration, à chaud, une poudre cristalline jaune, peu soluble dans l'eau froide, que je me propose d'étudier. Cette réaction présente une grande analogie avec l'action de l'ammoniaque sur le chlorure double nitrosé $RuAzOCl^3, 2KCl$.

» L'eau de chlore agit immédiatement, à froid; la liqueur rouge, un peu jaunâtre, prend la couleur rouge violacé caractéristique du sel ordinaire $RuAzOCl^3, 2KCl$.

» Enfin la réduction des cristaux rouges dans un courant d'hydrogène est accompagnée d'une production abondante de chlorure d'ammonium, ainsi que cela se produit pour tous les composés du ruthénium nitrosé.

» La formule développée que j'ai indiquée ci-dessus rend bien compte de toutes ces propriétés, qui rappellent : les unes, celles du chlorure double nitrosé

$$RuAzOCl^3, 2KCl,$$

et les autres, celles du sesquichlorure double $(RuCl^3, 2KCl)^2$.

» Les cristaux rouges résulteraient ainsi de la transformation par l'acide chlorhydrique, en présence du chlorure de potassium, d'un hydrate :

$$Ru^2.AzO.H^2.(OH)^3,$$

dont la formation par l'action du formol sur l'hydrate $Ru.AzO.(OH)^3$ s'exprimerait de la façon suivante :

$$2Ru.AzO.(OH)^3 + H^2O + 5H.CHO = Ru^2.AzO.H^2.(OH)^3 + AzH^3 + 5H.CO^2H.$$

» *Action du chlorure stanneux.* — Lorsqu'on fait agir une solution chlorhydrique de chlorure stanneux, à l'ébullition, soit sur le chlorure $Ru.AzO.Cl^3, 2KCl$, soit sur l'azotite $Ru^2(AzO^2)^6, 4AzO^2K$, on obtient un dépôt abondant de cristaux rouges, analogues à ceux qui viennent d'être décrits, mais où le potassium est remplacé par de l'étain; une solution de ces cristaux, évaporée avec un excès de chlorure de potassium, donne le sel de potassium.

» *Action de l'ammoniaque sur le ruthénate de potassium.* — J'ai encore obtenu ce corps par une réaction toute différente des précédentes : l'ammoniaque réduit à froid la solution alcaline du ruthénate de potassium; on obtient ainsi une liqueur alcaline brune qui, neutralisée par l'acide chlorhydrique, laisse déposer un précipité brun gélatineux; la dissolution de ce précipité dans l'acide chlorhydrique, évaporée avec du chlorure de potassium, donne un dépôt cristallin du sel

$$\begin{array}{l} Ru.AzO.H^2, 2HCl, \\ | \\ Ru.Cl^3, 3KCl. \end{array}$$

» Cette préparation d'un oxyde nitrosé du ruthénium, par l'action de l'ammoniaque sur le ruthénate de potassium, doit être rapprochée de la préparation de l'osmiamate de potassium par l'action de l'ammoniaque sur l'osmiate; c'est un nouveau fait, à l'appui de l'opinion émise par M. Joly sur la constitution des osmiamates (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1442) [1] ».

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les amalgames de molybdène et quelques propriétés du molybdène métallique.* Note de M. J. **Férée**, présentée par M. Troost.

« Le molybdène offrant de nombreux points d'analogie avec le chrome, j'ai cherché à obtenir de l'amalgame de molybdène par le procédé que j'avais employé pour la préparation de l'amalgame de chrome.

» J'ai soumis à l'électrolyse une solution d'acide molybdique obtenue comme il suit : on sature d'acide molybdique, au réfrigérant ascendant, une certaine quantité d'acide chlorhydrique à 22°B., et, à un volume de cette solution, on ajoute neuf volumes d'eau.

» L'électrolyse est faite dans une cloche à douille, au fond de laquelle on met du mercure pur qui sert d'électrode négative; une tige de platine forme l'électrode positive.

» La densité de courant qui m'a semblé donner les meilleurs résultats correspond à 5 ampères par centimètre carré d'électrode de mercure; malgré cela, le rendement est loin d'être bon, et, dans les meilleures conditions, il atteint à peine 2 pour 100. C'est ce qui explique qu'on n'ait pas pu préparer ce composé jusqu'ici.

» Lorsqu'on a obtenu une quantité suffisante d'amalgame, on décante la solution, on lave le produit à l'eau froide, on le dessèche dans du papier à filtrer, puis on le comprime dans une peau de chamois. On obtient ainsi un amalgame solide, presque inaltérable à l'air humide.

» Pour faire l'analyse de cet amalgame, je le chauffe au rouge vif dans un courant d'hydrogène parfaitement pur; le molybdène obtenu ne s'oxyde pas à l'air et on peut le peser facilement dans ces conditions.

» Deux analyses effectuées sur deux échantillons différents, provenant de l'amalgame comprimé à la main dans la peau de chamois, ont donné les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $MoHg^9$.	Différence.
Mo pour 100..........	4,88	5,06	−0,18
	4,93		−0,13

La constitution de cet amalgame répond donc à la formule $MoHg^9$.

» On obtient un nouvel amalgame en comprimant à 200^{kg} par centimètre carré, au moyen d'une presse hydraulique, l'amalgame $MoHg^9$ placé dans des doubles de papier à filtrer. Ce nouvel amalgame correspond à la formule $MoHg^2$ d'après les analyses suivantes, faites de la même manière que précédemment sur deux échantillons différents :

	Trouvé.	Calculé pour $MoHg^2$.	Différence.
Mo pour 100.........	19,30	19,35	−0,05
	19,20		−0,15

» Chose curieuse, l'amalgame $MoHg^2$, brisé en petits morceaux et comprimé de nouveau à 200^{kg} par centimètre carré, perd encore du mercure et donne un troisième amalgame qui correspond à la formule Mo^2Hg^3, comme le montrent les analyses suivantes, faites sur des échantillons provenant encore de préparations différentes :

	Trouvé.	Calculé pour Mo^2Hg^3.	Différence.
Mo pour 100.........	24,19	24,24	—0,05
	24,27		+0,13

» L'amalgame de molybdène à 24 pour 100 est, comme l'amalgame de chrome à 21 pour 100, très altérable à l'air humide. Comme ce dernier amalgame, il se recouvre à l'air d'une couche noirâtre et laisse perler à sa surface de petites gouttelettes de mercure.

» Ces nombres semblent prouver que, sous l'action de pressions de plus en plus grandes, les amalgames perdent du mercure, en donnant chaque fois une nouvelle combinaison à proportions parfaitement définies.

» C'est un exemple de décomposition chimique obéissant aux mêmes lois que les combinaisons et produit par la pression seule; c'est aussi un phénomène inverse de celui qui a été observé par W. Spring ([1]) dans d'autres circonstances.

» Les propriétés du molybdène retiré de son amalgame par la distillation dans le vide, à basse température, sont toutes différentes de celles du molybdène connu jusqu'ici.

» Le métal ainsi obtenu est pyrophorique; il s'enflamme à l'air en donnant des oxydes molybdiques qui se volatilisent partiellement sous l'influence de la chaleur dégagée. Il perd cette propriété, lorsqu'il a été chauffé au-dessus de 400°.

» Ce molybdène devient incandescent dans un courant d'acide sulfureux qui est absorbé intégralement; il se forme du sulfure de molybdène et des oxydes molybdiques, comme je l'ai vérifié.

» L'azote, l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré semblent sans action à la température ordinaire et à une douce chaleur.

» L'oxyde de carbone, au contraire, est décomposé rapidement, si l'on a le soin de chauffer légèrement le molybdène qui tout à coup est porté au rouge vif; l'oxygène est absorbé et il se dépose du charbon.

» Ce molybdène, sans avoir été chauffé au préalable, devient incandescent dans le bioxyde d'azote; l'azote et l'oxygène sont absorbés simultanément; il se forme des oxydes molybdiques et un azoture de molybdène, car le produit chauffé avec de la chaux sodée, dégage abondamment de l'ammoniaque.

([1]) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XLVI, p. 299; 1886.

» Je me propose d'étudier les produits formés dans ces réactions, ainsi que les autres propriétés de ce métal ([1]). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les produits de la distillation du bois (expériences industrielles)*. Note de M. **Ernest Barillot**, présentée par M. Troost.

« Les expériences industrielles ont été divisées de la même façon que les expériences de laboratoire décrites précédemment ([2]), mais elles ont porté sur des centaines d'essais, dont nous ne reproduisons que quelques-uns. Les cornues avaient une capacité de 4^{st},500.

» Dans ces expériences, afin d'obtenir une grande régularité dans la distillation, le débit des jets de liquide distillé était rigoureusement surveillé et un compteur indiquait à chaque instant le débit en 15 secondes.

» Le contrôle de l'acidité des jets était fait fréquemment, mais toutefois noté toutes les heures, ainsi que le débit du jet en centimètres cubes et en 15 secondes.

» Les titrages proportionnels de l'alcool et de l'acide ont été faits par les méthodes précédemment exposées; mais, comme il s'agissait d'une opération industrielle, l'acide acétique a été transformé en acétate de chaux, de sorte que les résultats que je présente sont bien les rendements réels, déchets de fabrication déduits.

» Le Tableau suivant résume la marche d'une cornue de distillation :

Nombre d'heures de distillation.	Vitesse du jet en centimètres cubes en 15^s.	Titre en acide acétique pour 100.	Observations.
1..........	250	»	Bois distillé, hêtre égale 1660^{kg}.
2..........	200	3,50	Charbon houille employé pour le chauffage égale 300^{kg}.
3..........	220	5,0	Volume du liquide brut pyroligneux recueilli égale 795^{lit}.
4..........	300	11,0	
5..........	375	13,0	
6..........	340	13,0	
7..........	300	15,0	

([1]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy. Laboratoire de M. Guntz.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 469.

Nombre d'heures de distillation.	Vitesse du jet en centimètres cubes en 15ˢ.	Titre en acide acétique pour 100.
8..........	300	17,0
9..........	350	16,0
10..........	300	15,0
11..........	250	13,0
12..........	250	12,0
13..........	300	10,0
14..........	000	00,0

» Le Tableau suivant résume les rendements industriels en alcool méthylique et acétate de chaux :

	Poids du bois du cylindre cornue	Produits obtenus.		Produits obtenus pour 100 de bois.		
Essences de bois.	distillé.	Alcool.	Acétate de chaux.	Alcool.	Acétate de chaux.	Observations.
	kg	lit	kg			
Petites charbonnettes..	1400	16	116	1,14	8,20	Bois vert de 8 mois de coupe, petit et malingre.
$\frac{2}{3}$ bois gris, $\frac{1}{3}$ pelard....	1600	21	183	1,30	11,50	
Pelard pur...........	1800	26	197	1,44	11,10	
Charme rond.........	1750	24	211	1,37	12,00	Belle qualité vendue dans le commerce de bois, bonne dessiccation sur les ports.
Chêne fendu (moulée).	1840	30	195	1,60	10,6	
Hêtre gros fendu......	1800	33	198	1,80	11,00	
Débris de chêne sec...	1900	16	163	0,84	8,5	Déchets de scierie secs.

» Ces rendements confirment les résultats de laboratoire, mais ils indiquent aussi que le rendement en acétate de chaux, c'est-à-dire en produits finalement obtenus après séchage et frittage, ne semble pas varier en proportion même des différences de rendements en acide acétique constatées, ce qui ferait croire que cette variation dépend du genre d'acides fournis par les diverses essences de bois. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie dans la série aromatique*. Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une série de Communications présentées à l'Académie, de 1892 à 1895, j'ai montré que les isomères aromatiques se ressemblent indiffé-

remment deux à deux, si on les soumet à diverses réactions d'ordre physique ou chimique. On arrive à la même conclusion, en comparant les points d'ébullition et de fusion des principaux dérivés aromatiques :

» 1° *Examen des points d'ébullition.* — Dans la série des *dichloro-benzines*, l'isomère *ortho* bout à 179°, le *méta* à 172°, le *para* à 173°.

» *Chloro-nitro-benzines : ortho* bout à 243°, *méta* à 233°, *para* à 242.

» *Chloro-toluènes : ortho* bout à 156°-157°, *méta* à la même température, *para* à 160°-161°.

» On voit que, dans ces trois séries, tantôt l'isomère méta se rapproche de l'isomère para, tantôt l'isomère ortho se rapproche de l'isomère para, tantôt il se rapproche de l'isomère méta.

» Il serait facile de multiplier ces exemples, en étudiant plusieurs dérivés de l'aniline et du toluène, les phénols, les aldéhydes aromatiques, etc.

» *Examen des points de fusion.* — Dans la série des *nitro-bromo-benzines : ortho* fond à 42°, *méta* à 56°, *para* à 126°-127° (1).

» *Diphénols : ortho* fond à 104°, *méta* à 110°, *para* à 169°.

» *Acides oxy-benzoïques : ortho* fond à 155°,5, *méta* à 200°, *para* à 210°.

» On pourrait aisément citer plusieurs autres exemples aussi probants.

» Il convient de remarquer que, dans quelques séries, les trois isomères conservent leur individualité propre, c'est-à-dire *qu'on observe le même écart* entre les points d'ébullition, ou entre les points de fusion. Mais, malgré ces exceptions, l'examen attentif des points d'ébullition et de fusion des principaux dérivés de la benzine confirme la relation générale que j'ai énoncée dans mes Communications précédentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le rhodinal et sa transformation en menthone.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Le rhodinol pur, obtenu par le procédé que nous avons indiqué dans nos précédentes Communications, a été soumis à une oxydation ménagée à l'aide du mélange chromosulfurique; le produit de cette oxydation, entraîné par la vapeur d'eau, et fractionné à plusieurs reprises dans le vide, nous a donné un liquide bouillant à 93°-95° sous 10^{mm}. Cette substance, que nous avons désignée sous le nom de *rhodinal*, possède une assez forte odeur de menthe ; sa composition est exprimée par la formule

$$C^{10}H^{18}O.$$

(1) Dans la série des *chloro-nitro-benzines*, les analogies sont différentes, suivant que la comparaison porte sur les points de fusion, ou sur les points d'ébullition. Le fait mérite d'être signalé.

Elle ne se combine pas au bisulfite de sodium, mais elle donne très aisément une oxime huileuse bouillant à 130°-135° sous 10^{mm}, d'où l'acide sulfurique dilué la régénère inaltérée.

» Avec la semi-carbazide, elle donne un produit cristallisé qui, par l'emploi des divers dissolvants, s'est scindé très nettement en deux semi-carbazones isomériques. La première et la plus abondante, très soluble dans l'éther et tous les dissolvants neutres, fond à 115°. Elle se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré et froid; l'eau la précipite sans altération. Le produit qui a formé cette semi-carbazone constitue le rhodinal vrai ou aldéhyde du rhodinol; on sait, en effet, que les semi-carbazones des aldéhydes ne sont décomposées que par un traitement à chaud par les acides étendus, tandis que les semi-carbazones des acétones sont décomposées à froid.

» La seconde, insoluble dans l'éther, et peu soluble dans l'alcool froid, forme de belles aiguilles incolores, fusibles à 186°-187° (non corrigé); elle se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré; l'eau sépare de cette solution une huile à odeur de menthe. Cette dernière semi-carbazone est celle de la menthone avec laquelle nous l'avons identifiée. Le liquide obtenu dans l'oxydation du rhodinol par le mélange sulfochromique est donc un mélange de rhodinal et de menthone.

» Nous avons extrait, il y a deux ans (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 281), de l'essence de pélargonium, en passant par son oxime, une combinaison bouillant dans les mêmes limites de température; nous la croyions alors formée d'un mélange de deux corps, l'un $C^{10}H^{18}O$ et l'autre $C^{10}H^{16}O$ parce qu'elle n'est pas saturée, et qu'elle fixe seulement une demi-molécule d'acide bromhydrique. Ce produit est bien en réalité le mélange de deux combinaisons dont l'une possède une liaison éthylénique, tandis que l'autre est saturée; mais ces deux combinaisons sont isomériques, et ont, toutes les deux, pour formule $C^{10}H^{18}O$; il provient de l'oxydation spontanée du rhodinol contenu dans l'essence de pélargonium, et est identique à celui que nous avons obtenu dans l'oxydation chimique du rhodinol pur; sa combinaison avec la semi-carbazide se scinde, en effet, en semi-carbazone fusible à 115°, et en semi-carbazone de la menthone fusible à 186°-187°.

» L'identité de ces deux mélanges étant ainsi établie, nous avons fait porter nos dernières recherches sur le produit d'oxydation spontanée du rhodinol qu'il nous était plus facile de nous procurer.

» Nous avons pu démontrer que l'aldéhyde qui y accompagne la menthone était bien le rhodinal, car le mélange soumis à l'oxydation chromique a formé de l'acide rhodinique, que l'on a pu caractériser par le point de fusion de sa paratoluide. La menthone ne peut fournir cet acide.

» La présence de la menthone dans les produits d'oxydation du rhodinol tend à faire supposer que cet alcool se trouve mélangé de son isomère le menthol dont notre procédé d'extraction n'aurait pas réussi à le débarrasser. Cette hypothèse nous semble peu acceptable, car d'une part le rhodinol ne présente pas l'odeur du menthol, d'autre part il existe entre ces deux alcools une différence de point d'ébullition de 20° qui nous eût permis de les séparer. Nous avons pensé que la menthone ainsi formée est due à une isomérisation du rhodinal et nous avons réussi à provoquer cette isomérisation.

» Si l'on traite par l'anhydride acétique l'oxime du mélange de rhodinal et de menthone, on obtient exclusivement et avec un rendement théorique l'acétate de l'oxime

de la menthone; la menthone, régénérée de cette combinaison par ébullition avec l'acide sulfurique étendu, ne fournit en effet que la semi-carbazide fusible à 186°-187°. L'isomérisation a lieu au moment du traitement par l'anhydride acétique, car l'oxime, traitée par l'acide sulfurique étendu, régénère le mélange de rhodinal et de menthone.

» Cette isomérisation est d'un grand intérêt, non seulement en elle-même, mais aussi parce qu'elle permet de trancher nos hésitations sur la constitution du rhodinol; elle montre que la formule I de notre précédente Note convient seule au rhodinol, dont le nom scientifique sera octène-2-diméthyl-1-6-ol 8 (diméthylocténol)

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\overset{\large CH^3}{|}}{C}H - CH^2 - CH^2OH.$$

» L'isomérisation est alors représentée par le schéma :

```
         CH³                      CH³
         |                        |
         CH                       CH
        /  \                     /  \
     CH²    CH²               CH²    CH²
     |      |                 |      |
     |      |                 |      |
     CH²    CHO               CH²    CO
       \                        \   /
        CH                       CH
        ||                       |
        C                        CH
       /  \                     /  \
    CH³    CH³               CH³    CH³
```

Rhodinal. Menthone.

VITICULTURE. — *Les formes de conservation et d'invasion du parasite du black-rot*. Note de M. **A. Prunet**, envoyée par M. A. Chauveau.

« On sait que le black-rot est actuellement la maladie la plus grave qui ait frappé la Vigne depuis l'invasion du phylloxera. Tout accroissement de nos connaissances sur la biologie du parasite qui la produit présente donc un intérêt spécial. Ce parasite est un Champignon de l'ordre des Ascomycètes, le *Carlia Bidwellii* O. Kuntze, dont les formes reproductrices sont multiples.

» On admet que la propagation du *Carlia Bidwellii* est assurée, pendant la belle saison, par des pycnides et des spermogonies et que sa conservation

pendant l'hiver est due, pour la plus grande part, à la persistance des pycnides ; en outre, des sclérotes, formés sur les organes envahis, auraient aussi une utilité pour conserver le black-rot d'une année à l'autre, en donnant naissance à des périthèces ou même à des conidies externes.

» Il résulte de mes recherches que les données actuelles sur les formes de conservation et d'invasion du parasite du blak-rot sont incomplètes ou erronées.

» C'est à tort que l'on a considéré les pycnides comme des organes de conservation. Il est certain que leur organisation même les rend peu propres à remplir ce rôle. Les spores qui ont pris naissance dans leur cavité sont englobées, dès qu'elles sont libres, dans un magma qui gonfle considérablement au contact de l'eau ou dans l'air humide et s'épanche alors par l'orifice de la pycnide en entraînant les spores. Ce phénomène, qui n'est d'ailleurs pas spécial aux pycnides du *Carlia Bidwellii*, est d'ordre purement physique et se produit en quelque sorte fatalement dans les conditions que je viens de décrire. Ces conditions sont fréquemment réalisées d'août en avril; aussi n'ai-je jamais trouvé de pycnides pourvues de leurs spores, en décembre, janvier et février, dans les organes black-rotés restés dans les Vignes, exposées aux intempéries. Des grappes recueillies en juillet dernier, alors qu'elles étaient couvertes de pycnides pour la plupart pleines de spores, et conservées au laboratoire, ayant été le 10 janvier fixées à des souches du jardin d'expériences de la Faculté, ne portaient plus que des pycnides vides le 10 février.

» D'autre part, les spores échappées des pycnides et restées à la surface des grappes ou entraînées dans le sol sont pour divers motifs impuissantes à assurer la conservation du parasite. D'abord ces spores germent rapidement et déjà à une température assez basse, soit dans l'eau, soit dans l'air humide ; et par suite, dès l'automne, la plupart ont germé et sont perdues pour la reproduction du parasite. En outre, si certaines d'entre elles échappaient à la germination, il est douteux que celles-là fussent encore aptes à germer au moment de la pousse de la Vigne. Les spores des pycnides portées par des feuilles et des fruits, recueillis en juillet dernier et conservés au laboratoire, avaient déjà, le 20 février, perdu leur faculté germinative.

» On voit donc que pour des raisons multiples les pycnides ne sauraient être considérées comme des organes de conservation du parasite pendant l'hiver. Les seuls organes normaux de conservation sont les sclérotes qui se montrent en nombre considérable à la surface des organes black-rotés,

sous forme de petites pustules noires plus ou moins étroitement pressées les unes contre les autres.

» D'après les données actuelles, les sclérotes s'organiseraient le plus souvent en périthèces dont la formation exigerait une température élevée et serait toujours tardive (de mai à juillet), de telle sorte que le rôle des périthèces, comme organes d'invasion, n'aurait qu'une importance minime.

» Mes observations prouvent qu'en réalité les périthèces peuvent se former de bonne heure et à une température relativement basse.

» Le 30 décembre, des fruits black-rotés recueillis la veille dans une vigne ont été mis sous cloche dans une atmosphère humide et placés dans des conditions de température variées. Le 28 janvier, dans deux étuves, l'une réglée à 22°, l'autre à 34°, des périthèces pourvus d'asques étaient visibles; le 4 février, des spores se montraient dans les asques. Dans mon laboratoire, où la température avait oscillé entre 10° et 20°, les ascospores ont commencé à apparaître le 12 février. Dans une pièce voisine dont la température avait varié entre 5° et 15°, des périthèces pourvus de spores ont été trouvés le 18 février. Six grappes black-rotées, suspendues aux souches du jardin d'expériences, ont été arrosées avec de l'eau, deux fois par jour, à partir du 3 mars; six autres étaient arrosées seulement tous les deux jours et les autres pas du tout. Des périthèces ont commencé à se montrer dans les premières dès le 6 mars, dans les secondes dès le 9 mars, enfin quelques périthèces ont été observés le 12 mars sur les fruits non arrosés. Ces diverses expériences montrent que dans la transformation des sclérotes en périthèces, le facteur le plus important n'est pas la température, mais l'humidité (1).

» Mes recherches m'ont permis, en outre, de constater ce fait, jusqu'ici ignoré, que les sclérotes peuvent évoluer en pycnides et même en spermogonies. Les raisins du jardin d'expériences, arrosés ou non, ont fourni des pycnides et quelques spermogonies en même temps que des périthèces. La récolte quotidienne de quelques-uns de leurs grains m'a permis de suivre en quelque sorte pas à pas la transformation des sclérotes. J'ai pu faire au laboratoire des observations analogues. Dans une expérience, douze moitiés de grains de raisin couverts de sclérotes ont été placées dans une boîte de

(1) C'est sans doute parce qu'il n'avait pas suffisamment tenu compte de ce facteur, que M. Bidwell, qui opérait à une température élevée (voisine de 35°), n'a pu obtenir de périthèces qu'en mai ou juin. Dans mes expériences, les germinations de sclérotes ont d'ailleurs toujours été plus régulières à 22° qu'à 34°.

Petri renfermant de l'eau et mises à l'étuve à 22°. Cinq jours après un grand nombre de sclérotes avaient fourni des périthèces, des pycnides et même quelques spermogonies; tandis que les moitiés correspondantes, placées à côté dans un flacon sec, continuaient à ne présenter que des sclérotes.

» D'une façon générale, les expériences de laboratoire m'ont jusqu'ici surtout fourni des périthèces, celles du jardin surtout des pycnides.

» En résumé, il est maintenant prouvé que, dans les conditions normales, le parasite du black-rot ne se conserve pas pendant l'hiver sous forme de spores ou d'appareils sporifères, mais sous forme de sclérotes. Les sclérotes fournissent au printemps des appareils sporifères d'invasion qui peuvent être non seulement des conidiophores ou des périthèces, mais encore des pycnides ou des spermogonies. C'est sans doute surtout aux périthèces et aux pycnides que sont dues les spores d'invasion.

» Ces constatations montrent que la destruction des sclérotes a plus d'importance encore qu'on ne le supposait, et que la pratique habitude de l'incinération des grappes black-rotées doit être le complément nécessaire de toute méthode rationnelle de traitement du black-rot. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de formation des coprolithes hélicoïdes, d'après les faits observés à la Ménagerie des Reptiles sur les Protoptères.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Depuis les recherches de Buckland, il est hors de doute que les coprolithes à disposition hélicoïde proviennent d'animaux qui possédaient un intestin à valvule spirale, comme on le rencontre à l'époque actuelle chez la presque totalité des Élasmobranches et des Ganoïdes, chez les Dipneustes et quelques rares Téléostéens. Toutefois, les conditions dans lesquelles les fèces peuvent prendre cette forme particulière ne paraissent pas jusqu'ici avoir été suffisamment précisées.

» Pour les Squales et les Raies, qu'on a souvent l'occasion d'observer, soit à l'état de vie dans les aquariums, soit apportés sur les marchés, jamais on n'a reconnu dans l'intestin la présence de résidus alimentaires ayant acquis une consistance qui permette un moulage réel. Ceci résulte de ce que, chez ces Vertébrés aquatiques à respiration exclusivement branchiale, c'est-à-dire chez les Poissons proprement dits, le tube digestif, au lieu de se trouver distendu par des gaz, est, à l'état normal,

rempli de liquide. On peut s'en convaincre en ouvrant l'intestin d'une Perche ou d'une Carpe tuée sous l'eau ; aucune bulle de gaz ne se dégage. Une preuve non moins directe est fournie par ces petits poissons transparents, les *Ambassis*, qui, de temps à autre, apportés de l'Inde ou du Japon, peuvent être observés vivants. Si on les examine à contre-jour, la vessie natatoire apparaît brillante, par la réfringence du gaz qu'elle contient, tandis que le tube digestif n'offre rien d'analogue.

» Dans ces conditions, les résidus alimentaires conservent une consistance au moins demi-liquide, de plus le mucus de l'intestin ne se concrétant pas pour revêtir les masses fécales, rien ne les empêche, comme chez d'autres animaux, suivant la remarque d'Henri Milne-Edwards, de se confondre les unes avec les autres, lorsqu'elles s'accumulent dans le rectum.

» Il est donc nécessaire que le tube digestif à valvule spirale soit distendu par des gaz, pour permettre la formation de fèces conservant la disposition hélicoïde. Cette condition ne peut être réalisée que chez des êtres à respiration aérienne, soit exclusive comme étaient les grands Reptiles marins secondaires, tels que l'*Ichthyosaurus*, soit partielle comme le montrent les observations faites à la Ménagerie des Reptiles du Muséum sur des Poissons dipnoïques, les Protoptères.

» Chez ceux-ci, en effet, les excréments, quoique d'assez faible consistance, sont moulés, de forme ovoïde, long de 3^{cm} à 4^{cm}, larges de 9^{mm} à 10^{mm} et présentent un sillon spiral très net. Ils viennent flotter naturellement à la surface de l'eau, où il est facile de les recueillir, et, en les durcissant quelque peu dans l'alcool, ils deviennent assez résistants pour qu'on ait pu obtenir, par le moulage en plâtre, des empreintes, qui rappellent tout à fait celles si connues du Mémoire de Buckland.

» Inversement ces remarques conduisent à conclure que la présence de coprolithes hélicoïdes implique, chez l'animal qui les produit, une respiration au moins en partie aérienne. Or, depuis les recherches de Mantel, complétées par Louis Agassiz, on sait que, chez les *Macropoma*, des terrains crétacés, les fèces étaient de cette sorte, non seulement parce qu'on rencontre de nombreux coprolithes dans les couches qui renferment ces Poissons, mais encore parce que, sur certains exemplaires, ces corps ont été trouvés, *in situ*, dans la partie postérieure de la cavité abdominale. Ces Crossoptérygiens, que l'ensemble de leurs caractères font aujourd'hui ranger parmi les Ganoïdes, étaient donc physiologiquement dipnoïques. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur l'attribution du genre* Vertebraria. Note de M. R. Zeiller, présentée par M. Daubrée.

« Le genre *Vertebraria* est un des genres de plantes fossiles qui ont le plus exercé, depuis une cinquantaine d'années, la sagacité des paléobotanistes, sans qu'on ait pu arriver à son égard à une interprétation définitive. Créé par Royle en 1839, il comprend des axes aplatis de largeur variable, présentant généralement un sillon médian longitudinal plus ou moins accusé, duquel partent à angle droit des sillons ou des plis transversaux plus ou moins inégalement espacés, tantôt alternes, tantôt opposés, divisant chacune des deux moitiés de l'empreinte en une série d'articles successifs. Les échantillons les plus larges sont, en outre, habituellement pourvus, sur chacune de leurs moitiés, d'autres sillons longitudinaux, parallèles au sillon médian, mais moins accusés. Ces sillons, tant longitudinaux que transversaux, peuvent, d'ailleurs, être remplacés par des arêtes saillantes, suivant le mode de conservation. Ces axes sont tantôt simples, tantôt pourvus de rameaux, alternant d'ordinaire d'un côté à l'autre, mais irrégulièrement disposés.

» Quelques échantillons, normaux au plan des couches, ont montré, en coupe transversale, une série de segments cunéiformes rayonnant autour d'un centre commun et plus ou moins étroitement juxtaposés, ce qui avait conduit certains auteurs, par une interprétation reconnue plus tard insoutenable, à y voir des Sphénophyllées à verticilles foliaires très nombreux se succédant sans interruption sur la tige. Bunbury avait regardé les spécimens étudiés par lui comme des racines. O. Feistmantel, qui a pu examiner un grand nombre d'échantillons provenant les uns de l'Inde, les autres de l'Australie, concluait, sans oser cependant rien affirmer, que les *Vertebraria* représentaient les rhizomes ou les racines de quelque autre plante, et probablement d'une Équisétinée, telle que *Schizoneura* ou *Phyllotheca;* mais cette attribution semblait difficilement acceptable, les plis transversaux des *Vertebraria* n'intéressant le plus souvent que la moitié de la largeur de l'organe, et la présence d'articulations véritables, semblables à celles des Équisétinées, n'étant rien moins que démontrée.

» Jusqu'à présent, les *Vertebraria* n'avaient été observés que dans l'Inde, dans la formation des *Lower Gondwanas*, et en Australie dans les couches de Newcastle. J'ai pu récemment constater leur présence sur un autre

point, à savoir dans les dépôts permo-triasiques du Transvaal, appartenant à l'étage de Beaufort; ils se sont montrés, en effet, assez abondants parmi les échantillons rapportés par M. L. de Launay, ingénieur au Corps des Mines, des environs de Johannesburg. Ils y sont, comme en Australie et, dans l'Inde, associés à de très nombreuses empreintes de *Glossopteris*, et comme il ne s'y rencontre que fort peu de débris d'autres types végétaux, j'ai été amené à me demander si cette association des *Glossopteris* et des *Vertebraria* n'était pas l'indice d'une dépendance mutuelle.

» En refendant ces échantillons du Transvaal et dégageant avec précaution les empreintes qu'ils renfermaient, je n'ai pas tardé à constater la présence, sur certains spécimens de *Vertebraria*, de racines plus ou moins abondamment ramifiées, partant de quelques-unes des cannelures transversales, d'où j'ai pu conclure positivement qu'on avait affaire là à des rhizomes. J'ai pu déduire, d'autre part, de la constitution des empreintes laissées par eux, que ces rhizomes étaient formés d'un axe central muni d'un nombre variable d'ailes longitudinales s'anastomosant deux à deux de distance en distance, les cannelures transversales caractéristiques qu'on observe à leur surface correspondant précisément à ces anastomoses.

» Or, c'est là une disposition qui se retrouve actuellement chez certaines Fougères, en particulier chez le *Struthiopteris germanica*, dont le rhizome possède un nombre variable de stèles, situées chacune vers l'extrémité d'une aile saillante et s'anastomosant successivement deux à deux pour donner naissance aux faisceaux foliaires. Un tel rhizome, s'il portait des feuilles moins serrées et moins régulièrement espacées, donnerait nécessairement naissance à des empreintes constituées comme les *Vertebraria*. Les irrégularités que présente, dans ce genre fossile, l'espacement des cannelures transversales, ne saurait d'ailleurs faire obstacle à son attribution aux Fougères, quelques-unes de ces plantes offrant aujourd'hui, les *Oleandra* notamment, des irrégularités peut-être encore plus accusées en ce qui regarde la répartition de leurs feuilles, tantôt plus ou moins écartées, tantôt réunies en faux verticilles très rapprochés.

» Il me paraissait donc probable que les *Vertebraria* avaient dû appartenir aux *Glossopteris*, mais ce n'était là qu'une hypothèse qui demandait, si possible, à être vérifiée. J'ai été assez heureux, grâce à un examen minutieux des empreintes recueillies par M. de Launay, pour en trouver la vérification ; j'ai pu, d'abord, suivre jusqu'à sa base une feuille de *Glosso-*

pteris accolée à un *Vertebraria*, et constater que sa nervure médiane venait, en s'incurvant, aboutir exactement en regard d'une cannelure transversale de ce rhizome, mais la dépendance réciproque n'était pas absolument hors de doute, et l'on pouvait, si peu vraisemblable que ce fût, se demander s'il n'y avait pas là une simple juxtaposition accidentelle ; enfin, sur un dernier échantillon, présentant une cannelure transversale plus accentuée et affectant l'aspect d'une cicatrice foliaire, j'ai pu découvrir un groupe de faisceaux partant de cette anastomose des ailes longitudinales, le poursuivre à l'extérieur et le voir s'y continuer comme nervure médiane d'une feuille de *Glossopteris* incomplètement conservée, mais nettement reconnaissable.

» Les *Vertebraria* ne sont donc autre chose que les rhizomes des *Glossopteris*, et cette constatation, en même temps qu'elle résout le problème de l'interprétation de ces fossiles, ajoute à nos connaissances sur ce genre de Fougères, qui a joué un rôle si considérable dans la flore d'une des deux grandes provinces botaniques de la fin des temps primaires. Avec un port qui devait rappeler quelque peu celui des *Oleandra*, c'est-à-dire avec des feuilles tantôt espacées, tantôt rapprochées en touffes, les *Glossopteris* avaient des rhizomes ailés très analogues à ceux du *Struthiopteris germanica*. Comme ceux-ci, ces rhizomes émettaient vraisemblablement des stolons munis d'abord de feuilles écailleuses et ne portant qu'au bout d'un certain temps des feuilles normalement développées : j'ai remarqué, en effet, dans les empreintes de Johannesburg, d'assez nombreuses écailles, à contour triangulaire ou ovale, dont le limbe paraît avoir été assez épais et coriace, et dont la nervation anastomosée ressemble singulièrement, parfois, à celle des *Glossopteris ;* l'une d'entre elles, plus développée, se rapproche d'ailleurs à tel point, comme forme et comme dimensions, de certaines feuilles de *Glossopteris Browniana*, que leur attribution ne paraît pouvoir laisser prise au doute. Contrairement à ce qui a lieu chez le *Struthiopteris germanica*, où les deux sortes de feuilles restent absolument distinctes, écailles souterraines et frondes aériennes, il semble qu'il y aurait eu chez les *Glossopteris*, dont les stolons étaient peut-être épigés, passage graduel des feuilles écailleuses aux feuilles normales. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation dans une atmosphère viciée par la respiration.* Note de M. LOUIS MANGIN, présentée par M. Guignard.

« Dans un Travail récemment publié (1), j'ai fait connaître les résultats d'une série d'observations faites sur la composition de l'atmosphère du sol dans les plantations des promenades de Paris.

» Dans certaines régions, trop nombreuses malheureusement, l'air pris au pied des arbres renferme une quantité considérable d'acide carbonique, ordinairement 4 ou 5 pour 100, parfois 8 à 10 pour 100 et même 16 et 24 pour 100; il contient environ 13 à 14 pour 100 d'oxygène, mais parfois cette quantité descend jusqu'à 6 et 3 pour 100; en un point même, au boulevard du Palais, l'oxygène manquait dans le sol à $1^{m},50$ du pied d'un arbre. Ces résultats ont été obtenus dans les points où la végétation était languissante.

» J'ai été amené ainsi à rechercher l'influence exercée par une atmosphère enrichie en acide carbonique, appauvrie en oxygène, sur la végétation.

» De Saussure (2), Bœhm (3), M. Jentys (4) ont déjà mis en évidence l'influence nocive de l'acide carbonique, mais ils n'ont pas tenu compte de la diminution de pression de l'oxygène; j'ai pensé que de nouvelles recherches sur ce sujet n'étaient pas inutiles.

» Au lieu de soumettre les plantes à l'action d'une atmosphère artificielle, j'ai utilisé la respiration des sujets en expérience pour modifier la composition de l'air, au moyen du dispositif suivant, analogue à celui que MM. Brown-Séquard et d'Arsonval ont employé dans leurs recherches sur la toxicité de l'air expiré par les animaux.

---

(1) L. MANGIN, *Études sur la végétation dans ses rapports avec l'aération du sol. — Recherches sur les plantations des promenades de Paris.* (*Annales de la Science agronomique française et étrangère,* 2e série, 2e année, 1896. Nancy.)

(2) DE SAUSSURE, *Recherches chimiques sur la végétation,* p. 25 et suiv. — *Influence de l'acide carbonique sur la végétation;* Paris, 1804.

(3) BŒHM, *Ueber den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum der Pflanzen* (*Sitzungsbericht. der Kais. Akad. d. Wissenschaften. Mathem. Naturwissensch. Classe. Wien,* Bd. LXVIII, 1873, p. 171).

(4) JENTYS, *Sur l'influence de la pression partielle de l'acide carbonique de l'air souterrain sur la végétation* (*Anzeiger der Akad. d. Wissensch. in Krakau,* 1892).

» Deux ou trois récipients, d'égal volume, sont reliés entre eux et à une trompe à eau, qui permet de faire passer dans l'appareil un volume d'air variant, par heure, de 30^{cc} à 600^{cc}. On place, dans chacun des récipients, des poids égaux de graines ou de tubercules, avec une égale quantité d'eau; on intercepte les communications entre chaque récipient au moyen de flacons laveurs et l'on dispose à la sortie de chacun d'eux un ajutage, fermé par le mercure, permettant d'extraire à tout instant, pour la soumettre à l'analyse, une petite quantité d'air (1^{cc} ou 2^{cc}).

» Quand l'appareil est mis en train, les plantes qui occupent le premier récipient soustrayent à l'air, qui le traverse lentement, un certain volume d'oxygène, qu'elles remplacent en partie par de l'acide carbonique; l'atmosphère ainsi modifiée passe dans le deuxième récipient, où elle subit une nouvelle altération, et ainsi de suite. En analysant l'air à la sortie de chaque récipient, on peut établir, pour chaque groupe de plantes, la proportion des gaz échangés dans des conditions où la viciation de l'atmosphère est croissante.

» Les résultats des premières expériences, exécutées pendant l'hiver sur des graines et des tubercules, sont concordants.

» 1° *Diminution de l'activité respiratoire.* — Aussitôt que les graines ou les tubercules passent de la vie ralentie à la vie active, l'accumulation de l'acide carbonique et l'appauvrissement en oxygène provoquent, toutes choses égales d'ailleurs, une diminution de l'activité respiratoire. C'est ce que montre le Tableau suivant, où le n° 1 désigne des plantes vivant dans un milieu contenant de 1 à 3 pour 100 d'acide carbonique, tandis que, pour les plantes du n° 2, cette proportion varie de 2 à 4 et 5 pour 100.

		N° 1. Gaz échangés pour 100.		N° 2. Gaz échangés pour 100.	
		$+CO^2$.	$-O$.	$+CO^2$.	$-O$.
Lin	3e jour de la germination	1,44	3,29	1,04	1,45
	10e » »	1,81	3,20	1,36	1,94
Radis	2e » »	0,93	1,67	0,16	0,18
	11e » »	2,38	4,35	1,76	2,48
	16e » »	1,55	2,40	1,35	1,45
Cresson alénois	3e » »	1,02	2,18	0,64	0,66
	15e » »	1,78	3,17	0,86	1.23
Orge	9e » »	1,85	2,16	1,50	1,53
Pois	5e » »	1,62	1,87	1,10	1,10
Carotte		1,53	2,13	1.25	1,71
Topinambour		2,59	2,71	1,81	1,77

» La conséquence naturelle de cette diminution de l'activité respiratoire est un ralentissement notable de la croissance, signalé déjà par Bœhm

et par M. Jentys. Voici quelques-uns des chiffres obtenus dans mes expériences :

	Poids frais.	
	N° 1.	N° 2.
Cresson alénois	35gr,6	23gr,1
Orge { Plantes entières	41,0	30,0
Orge { Tiges et feuilles	12,0	9,0
Pois	53,5	42,5

» 2° *Modification du phénomène respiratoire*. — En outre, dans une atmosphère viciée, la nature des phénomènes d'oxydation est changée, car le rapport $\frac{CO^2}{O}$ des gaz absorbés ou dégagés augmente chez les individus qui séjournent dans l'air enrichi en acide carbonique, appauvri en oxygène. Les chiffres suivants sont, à cet égard, très démonstratifs :

	Rapport des gaz échangés $\frac{CO^2}{O}$.	
	N° 1.	N° 2.
Lin	0,51	0,74
Radis	0,57	0,81
Cresson	0,54	0,76
Fève	0,80	0,97
Pois	0,88	0,99
Topinambour	0,89	0,93

» On le voit, ce sont les graines oléagineuses qui fournissent les écarts les plus grands ; les graines à réserve amylacée, les topinambours à réserve d'inuline, fournissent des rapports moins différents, quoique variant dans le même sens.

» Le séjour, dans une atmosphère viciée, diminue donc dans une proportion considérable, parfois de moitié, la quantité d'oxygène employé à des réactions autres que la formation d'acide carbonique et, par suite, la nutrition des plantes est profondément troublée.

» Je me propose, en étendant ces recherches à un grand nombre de plantes et particulièrement aux arbres, d'établir la part qui revient, dans ces troubles nutritifs, à l'accumulation de l'acide carbonique et à la diminution de l'oxygène.

» On voit déjà, par ces résultats, l'importance des observations sur l'analyse de l'atmosphère du sol dans les terres non remuées et, principalement, dans les plantations des villes. La viciation très grande de cette atmosphère, dans un certain nombre de plantations de Paris, appelle la plus sérieuse attention. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur deux nouvelles Bactériacées de la Pomme de terre.* Note de M. E. Roze, présentée par M. Chatin.

« La méthode de culture fort simple qui m'a permis de constater l'habitat d'un *Micrococcus* dans les tissus gangrenés de la Pomme de terre *Richter's Imperator* a eu ce même résultat de forcer, pour ainsi dire, deux autres espèces du même genre à déceler leur présence dans le parenchyme de tubercules de Pommes de terre plus altérés et déjà envahis par des Mucédinées parasites, qui ne permettaient pas d'en soupçonner l'existence. Cette méthode de culture, dont il a été question dans ma Note présentée à la séance du 24 février, consiste à placer les tubercules malades sous cloche, dans un air maintenu constamment humide, par une température d'environ 15°.

» La première espèce de *Micrococcus* dont j'ai vu, dans ces conditions, les colonies apparaître parmi les mycéliums qui avaient déjà envahi les tissus brunis d'une Pomme de terre *Richter's Imperator* m'a semblé à première vue différer du *M. Imperatoris* que je considère comme produisant la maladie spéciale de cette variété. Les colonies de ce nouveau *Micrococcus* étaient, en effet, non blanchâtres comme celles de ce dernier, mais jaunâtres, et l'examen microscopique permettait de lui reconnaître une forme *sphérique*, d'à peine 1 μ de diamètre. J'ai cru devoir le nommer *Micrococcus flavidus*, en le considérant comme pouvant être la cause d'une autre maladie de l'*Imperator*, certainement plus rare, car dans tous mes essais de culture je n'ai obtenu ce *Micrococcus* que sur un seul tubercule.

» La seconde espèce de ce même genre m'a paru, au contraire, devoir être plus répandue, car elle est apparue, dans mes cultures, sur des tubercules avariés de diverses variétés de Pommes de terre, la *Violette grosse*, la *Bläue Riesen*, la *Czarine*, la *Hillner frühe Kartoffel* et surtout la *Victor*. C'est même cette dernière variété qui me l'a montrée en plus grande abondance. Les tubercules que j'en avais d'abord mis en culture, sous cloche, provenaient d'un envoi assez considérable fait à la Maison Vilmorin, mais qui lui étaient parvenus dans un état déplorable : presque tous étaient gâtés. Ils étaient attaqués par cette maladie, anciennement connue sous le nom de *gangrène sèche*, que de Martins en 1842 et Harting en 1846, attribuaient au développement du *Fusisporium Solani* de Martius. C'était ce Champignon, en effet, comme je m'en suis assuré, dont les houppes cireuses de spores sortaient de l'épiderme et dont le mycélium avait fait invasion dans les cellules du parenchyme. En cultivant les parties restantes de plusieurs de ces tubercules, qui ne me paraissaient pas être encore envahis complètement par ce Champignon bien connu, j'obtins, soit un commencement de développement de ce même mycélium, mais alors entremêlé de nouvelles colonies blanchâtres de *Micrococcus*, soit la sortie de ces colonies, à l'état de pureté, sous forme de gouttelettes globuleuses. Ce *Micrococcus*, coloré en bleu par le

vert de méthyle, m'a paru être sphérique, extrêmement petit et n'avoir environ que $\frac{2}{3}\mu$ de diamètre; son mucus est plus consistant que celui des autres espèces que j'ai pu étudier, et, après plusieurs jours d'apparition, il se dissout plus difficilement dans l'eau. Pour rappeler la couleur de ses colonies blanchâtres, je propose de lui donner le nom de *Micrococcus albidus*. Je crois pouvoir le considérer comme devant précéder, dans les tubercules, l'invasion des Mucédinées, dont il faciliterait la pénétration par le ramollissement des tissus.

» Un fait que je crois devoir également signaler, c'est la grande influence non seulement de l'air humide sur la sortie de ces colonies de *Micrococcus*, mais de l'eau elle-même. Un tubercule de cette variété *Victor*, mis en expérience, se trouvait placé dans un récipient poreux, assez étroit, qui plongeait dans l'eau. La section faite sur la partie supérieure de ce tubercule s'était couverte de colonies muqueuses du *Micrococcus albidus;* mais la base même du tubercule restée en arrière, et qui se trouvait immergée, présentait au niveau de l'eau une petite couronne de mucus blanchâtre, adhérant à la fois au récipient et au tubercule, et formant une colonie circulaire de ce *Micrococcus* qui avait dû sortir de l'épiderme de la Pomme de terre. Ce fait donne à penser que la conservation des Pommes de terre, pendant l'hiver, exige des milieux aussi peu humides que possible, si toutefois elles ne sont pas elles-mêmes déjà préalablement contaminées dans le sol des cultures par ces *Micrococcus* (1). »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'isomorphisme optique des feldspaths.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. P. Hautefeuille.

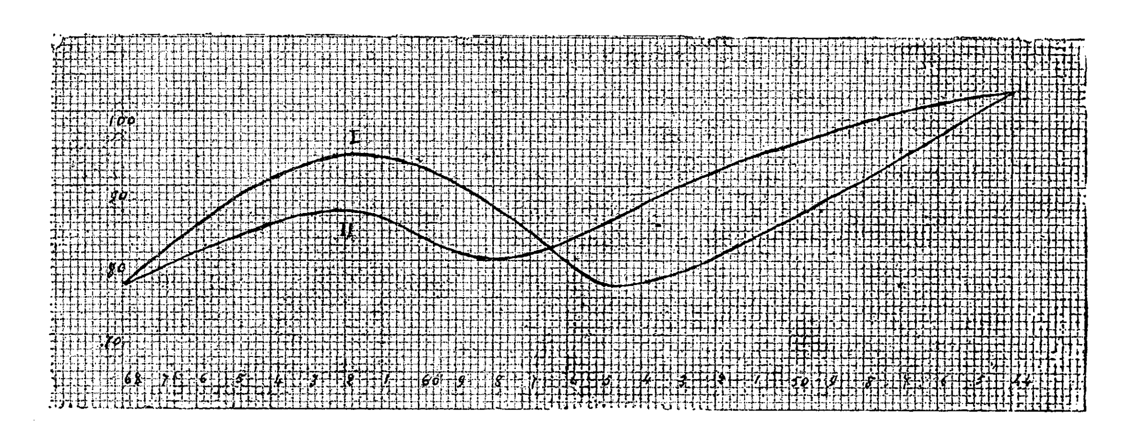
« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du mois de décembre, j'ai fait remarquer que les feldspaths ne pouvaient être, au point de vue optique, considérés comme des mélanges isomorphes d'albite et d'anorthite. Aujourd'hui, je suis en mesure de serrer de plus près la question et de montrer quel est l'ordre des différences existant entre les résultats de la théorie et ceux de l'observation.

» Dans le graphique ci-joint, j'ai porté sur l'axe horizontal la teneur en

---

(1) Dans ma Note précédente, en parlant de la maladie de la Gale de la Pomme de terre, qui sévit aux États-Unis, j'avais associé les noms des Drs Thaxter et Bolley dans la découverte de la Bactériacée qui serait la cause de cette maladie. Je dois rectifier cette citation en ne l'attribuant qu'au Dr Bolley, l'*Oospora Scabies* Thaxter ne pouvant être considérée que comme une Mucédinée.

silice et sur l'axe vertical la valeur de l'angle des axes optiques comprenant entre eux l'axe de plus petite élasticité. La courbe I représente les variations de l'angle des feldspaths, d'après les mesures de M. Fouqué; la courbe II celles de l'angle des mélanges isomorphes d'albite et d'anorthite. Comme on le voit, les deux courbes ont même allure générale; elles ont toutes les deux un maximum et un minimum, ce qui explique les concordances *approximatives*, constatées entre certaines valeurs mesurées et les valeurs calculées.



» Mais là s'arrête le rapprochement; comme je l'ai déjà dit, la courbe des felspaths coupe en trois points la droite 90°, la courbe des mélanges ne la coupant qu'en un seul. Dans cette dernière, le maximum et le minimum sont plus rapprochés et, par suite, moins accentués; ils sont égaux : en effet, le premier à 87° et le second à 80°, tandis que, dans la courbe des feldspaths, le maximum est supérieur à 94° et le minimum inférieur à 77°.

» Le point d'intersection des deux courbes entre les abscisses 56 et 57 m'a fourni un moyen de vérifier mes formules. Les constantes optiques du mélange isomorphe correspondant au point d'intersection doivent être identiques à celles du feldspath correspondant à ce même point.

» Nous ne connaissons pas, il est vrai, ce feldspath, mais nous en connaissons un très voisin, celui de Pico, étudié par M. Fouqué, et contenant 55,4 pour 100 de silice. Ses indices de réfraction sont: $n_g = 1,563$, $n_m = 1,559$, $n_p = 1,554$. J'ai calculé les indices du mélange à 56 pour 100 et j'ai obtenu les valeurs : $n_g = 1,568$, $n_m = 1,560$, $n_p = 1,554$.

» En comparant les deux séries, on voit que les différences, d'ailleurs

très faibles, sont bien de l'ordre de celles devant exister par suite de ce fait que les courbes ne se coupent pas au point ayant 56 pour abscisse, mais dans le voisinage.

» Le graphique précédent montre, de plus, que les différences entre les feldspaths et les mélanges isomorphes ne sont pas dues à la présence de la molécule potassique, car celle-ci se rencontre surtout dans les feldspaths acides et fait presque complètement défaut dans les feldspaths basiques qui s'éloignent le plus des mélanges isomorphes. Il faut donc forcément admettre qu'il y a combinaison dans les feldspaths entre la molécule sodique et la molécule calcique.

» Je terminerai en rappelant que M. Michel-Lévy était déjà arrivé aux mêmes résultats, par une autre méthode ([1]). En construisant la courbe des pôles des sections où se produit l'extinction simultanée des différents feldspaths, il constata que cette courbe passait entre le pôle de l'axe optique B du labrador et celui de l'oligoclase. Or, dans le graphique, on voit que c'est précisément aux environs de l'oligoclase d'une part, et entre le labrador et le labrador-bytownite de l'autre, que se produisent les différences maxima entre la courbe des feldspaths et celle des mélanges isomorphes. »

GÉOLOGIE. — *Sur les débris végétaux et les roches des sondages de la campagne du* Caudan *dans le golfe de Gascogne (août* 1895). Note de M. **Bleicher**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Des débris végétaux et des roches variées ayant été trouvés en divers endroits dans les dragages de la campagne du *Caudan*, effectuée en août 1895, dans le golfe de Gascogne, par MM. Thoulet, Kœhler, Le Dantec, Roule, notre collègue, M. le professeur Thoulet, nous a prié de les étudier. C'est le résultat de ces recherches, faites pour les roches en particulier, à l'aide de coupes, que nous donnons ici : 1° pour les débris végétaux ; 2° pour les roches.

» 1° La station 13, profondeur 950^{m}, latitude 44° 13′, longitude 4° 31′, à environ 92^{km},500 de la côte des Landes, par fond de vase sableuse, micacée, avec spicules de spongiaires, *Ceratotrochus* indéterminé, nombreux foraminifères des types *Bulimina, Orbulina, Quinqueloculina,* etc., a fourni un fragment long de 0^{m},13 d'une

([1]) *Bulletin de la Société de Minéralogie,* t. XVIII; 1895.

tige monocotylédone terrestre, selon toute probabilité du genre *Typha,* caractérisée par sa structure intérieure, qui laisse voir des faisceaux libéro-ligneux, isolés par macération, le tissu cellulaire spongieux au milieu duquel ils étaient noyés, ayant disparu presque partout, sauf en certains points où il est taraudé, et remplacé par de la vase argilo-calcaire avec grains de quartz anguleux très petits, lames de mica, contenant de nombreux foraminifères entiers de types variés, des fragments de spicules, et des spicules entiers d'Hexatinellides, des cadioles d'Échinides, des pattes articulées provenant peut être d'une forme larvaire de Crustacé, des valves d'une petite espèce de Mollusque du genre *Teredina.*

» Il semble que le fragment de tige d'une plante marécageuse, ayant vécu sur le continent, après avoir flotté longtemps, grâce à sa structure spongieuse, a dû finir par être précipité au fond de l'eau sous la surcharge des animaux microscopiques, et peut-être des poussières atmosphériques qui se logeaient à sa surface ou dans son intérieur taraudé et décomposé. Avec cette tige de Typha s'est rencontré un fragment de 9^{cm} de long sur 2^{cm} à 3^{cm} de large d'une branche d'arbre appartenant au genre *Alnus* (Aulne), avec écorce et bois. L'écorce est intacte, mais le bois, assez décomposé, a été taraudé *sur le continent* d'abord, comme le témoignent les galeries de larves d'insectes, encore remplies des débris pulvérulents que celles-ci laissent après leur passage, puis *pendant son flottage,* comme le témoignent les galeries droites avec cul-de-sac terminal attribuables aux Térédinées, qui sont remplies de vase analogue à celle du remplissage du Typha. On peut admettre ici que le bois rendu plus léger par l'attaque des insectes est, plus tard, après flottage, devenu plus lourd que l'eau par le même mécanisme que le débris de monocotylédone décrit plus haut.

» 2° Les roches ont été fournies par les dragages effectués dans les stations suivantes :

Dragage n°	Latitude.	Longitude.	Profondeur.	Distance de la côte landaise.
11	44°,32	4°,33	650^m	111^km
17	45,15	5,31	160	158
18	45,20	5,26	160	100
19	45,22	5,28	160	98
20	45,55	6,3	660	95
24	46,42	7,3	300	111
25	46,46	7,9	300	120
26	46,51	7,15	220	92^{km} de la côte cantabrique.

» Un échantillon isolé provenant du fond du golfe de Gascogne, profondeur et position inconnues.

» Ce sont des cailloux de taille variée allant de 12^{cm} de grand diamètre, à $1^{cm},5$ et au-dessous. Les uns sont nettement roulés et de petite taille, exemple station **11**; les autres, plus nombreux, anguleux ou à peine arrondis, exemple station **25**. Certaines stations ont livré une étonnante variété de roches, d'autres n'en ont donné qu'une seule espèce. La station **11** servira de type à la première série, avec des cailloux roulés menus de calcaire compact gris, crayeux, gréseux, riches en débris de foraminifères et

en foraminifères entiers, en spongiaires probablement siliceux de petite taille que l'on peut rapporter au terrain crétacique.

» Des cailloux roulés de différente taille de quartzite, de quartz de filons, de quartz avec veinules de chlorite : des éclats anguleux de schistes à feuillets micacés, de roche microgranulitique du type porphyroïde, plusieurs échantillons de débris anguleux d'ophite typique avec pyroxène, feldspath triclinique altérés, fer magnétique.

» Si l'on y ajoute des escarbilles de houille, des rognons mamelonnés et des plaques peu épaisses de marne sableuse micacée, ferrugineuse, plus ou moins durcis et taraudés, qui paraissent, d'après leur composition et leurs foraminifères, provenir plutôt de la vase du fond que d'une formation géologique littorale, même récente, on aura une idée exacte de l'ensemble des roches que le dragage peut mettre au jour sur certains fonds.

Par contre, la station 24 n'en a livré que deux : une mâcle en croix d'orthose à faces cristallines bien intactes, de $1^{cm},5$, et un caillou roulé très petit de quartzite ; la station 26 un gros fragment non roulé de gneiss passant à la leptynite ; la station 17 un débris de pierre ponce couvert de serpules.

» En résumé, les sondages du *Caudan* ont ramené au jour à une distance de la côte des Landes et de la chaîne cantabrique variant de 120^{km} à 90^{km} des roches nombreuses, plus souvent anguleuses que roulées, les premières plus volumineuses en général que les secondes, appartenant à des formations sédimentaires ou non qui ne se retrouvent que dans la chaîne cantabrique et dans les Pyrénées. De plus, à 92^{km} de la côte des Landes, ces dragages ont permis de reconnaître la présence de débris végétaux terrestres, de plantes marécageuses du type Typha, et de branches d'Aulne, provenant des côtes voisines. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations océanographiques faites pendant la campagne du « Caudan » dans le golfe de Gascogne.* Note de M. **J. Thoulet.**

« Pendant la campagne du *Caudan*, qui s'est prolongée du 19 août au 1er septembre 1895, je me suis occupé des observations océanographiques. Cette campagne ayant pour but spécial une étude zoologique de la mer, l'océanographie se trouvait réduite à glaner des observations et ne pouvait les exécuter d'après un plan rigoureusement méthodique.

» Les observations ont été des mesures de températures superficielles et profondes (jusqu'à 120^{m}) de la mer, de densités superficielles, de transparence, de la température de l'air, de l'état hygrométrique, et la récolte d'échantillons de fonds destinés à être analysés.

» Une remarquable localisation lithologique a été constatée. Les fonds de diverses natures passent des uns aux autres, non par degrés insensibles, mais avec une brusquerie beaucoup plus grande qu'on ne serait tenté de le supposer. La même localisation semble avoir lieu au point de vue zoologique, les fonds riches en animaux succédant, à de très faibles intervalles, à des fonds peuplés d'animaux différents ou même très pauvres en êtres vivants.

» Le plateau continental, depuis l'ouest de l'Irlande jusqu'à l'extrémité du golfe de Gascogne, est bordé par une falaise abrupte, limite très nette entre les fonds inférieurs à 500^m ou 600^m et ceux dont la profondeur est de 2000^m et au delà. La falaise se rapproche de plus en plus de la terre à mesure qu'elle court vers le sud. Les fonds s'abaissent beaucoup plus rapidement le long des côtes espagnoles.

» Du matin au soir, la température de l'eau superficielle s'élève de plus d'un demi-degré.

» Les isothermes profondes présentent d'assez nombreuses irrégularités, communes d'ailleurs dans tous les grands golfes, et dues aux conditions géographiques de ceux-ci.

» Au-dessous de l'isotherme de 11^o, par 80^m ou 100^m de profondeur, la température profonde décroît lentement et régulièrement. La couche sensible aux variations saisonnières ou autres, ne dépasse donc point cette profondeur, du moins en été. On n'a reconnu aucune trace de la *Sprungsschichte* ou couche de variation brusque de la température, à peu près générale au sein des lacs.

» Les courbes profondes isothermes et isopycnes sont d'accord entre elles et avec les observations exécutées dans ces mêmes parages par M. Hautreux au moyen de bouteilles flottantes accouplées; elles paraissent indiquer le mode suivant de circulation des eaux du golfe de Gascogne.

» Le Gulf-Stream, cessant d'exister à l'état de véritable courant marin à partir des bancs de Terre-Neuve, et transformé en simple nappe superficielle chaude ou courant de dérive par la rencontre des courants de Cabot et du Labrador, traverse l'Atlantique et vient heurter le plateau continental du continent européen; tandis qu'une branche continue sa route par le nord de l'Écosse, les côtes de Norvège et le cap Nord, une autre branche s'infléchit vers le sud et, de plus en plus retardée dans sa vitesse par les faibles profondeurs du plateau continental qu'elle recouvre et qu'elle suit, pénètre dans le golfe de Gascogne avec une direction nord-ouest—sud-est. La direction est précisément l'inverse de celle qu'on attribuait autrefois

au courant de Rennel, dont la non-existence est aujourd'hui hors de doute.

» Le long de cette dérive, la densité des eaux superficielles, d'une manière générale, diminue du nord au sud. Cependant, dans une direction nord-est par rapport aux embouchures de la Loire et ensuite de la Gironde, elle éprouve une diminution locale brusque, montrant que les eaux de ces fleuves sont déviées vers le sud-ouest par la marche des eaux marines qu'elles rencontrent.

» Ainsi que l'a démontré M. Hautreux, les eaux superficielles du golfe de Gascogne, animées d'une très faible vitesse, obéissent principalement à la poussée des vents, qui les chassent dans une direction nord-est sur les côtes de France. Au-dessous de la mince nappe superficielle, allant ainsi de la mer vers la terre, existe un second courant portant, au contraire, de la terre vers la haute mer et dont les eaux plus chaudes et plus salées, particulièrement au large, dans la direction sud-ouest par rapport aux plages sableuses de la Vendée et des Landes, résultent très probablement de l'échauffement et de la concentration qu'éprouvent les eaux marines apportées par le vent et par les marées sur les fonds bas et sur les plages de ces régions fortement échauffées par le Soleil.

» La masse des eaux heurtant les côtes d'Espagne doit les suivre parallèlement et se perdre dans l'Atlantique au delà du cap Finistère.

» La transparence augmente vers le sud; les sédiments apportés par les fleuves français se déposent donc bien avant d'atteindre la distance à laquelle ont été faites les observations du *Caudan*.

» Par 950^{m} de profondeur, à plus de 50 milles de la terre la plus voisine, le chalut a rapporté deux échantillons végétaux bien conservés, que M. le D^{r} Bleicher a reconnus pour appartenir à une tige de Typha et à une branche d'aulne encore recouverte de son écorce. La présence de ces végétaux terrestres, à une si grande distance en mer, est à ajouter à la découverte de M. A. Agassiz qui, à bord du *Blake*, dans la mer des Antilles, a recueilli, par 2000^{m} de fond, à 10 ou 15 milles de terre, des amas de feuilles et de tiges de canne à sucre, de bambous, ainsi que de nombreuses coquilles terrestres. Ces faits ne sont pas sans avoir une certaine importance pour les paléontologistes. »

M. **A. Gassend** adresse une Note « Sur la photographie à travers les corps opaques » et diverses épreuves obtenues avec un tube très peu lumineux.

M. **H. Van Heurck** adresse, d'Anvers, des épreuves de diverses articulations, obtenues par les rayons X, dans des conditions soigneusement déterminées.

M. **P. de Heen** adresse, de Liège, une Note relative à la transparence communiquée à une lame de tôle, par une élévation de température.

M. **J. Bocuze** adresse, de Lyon, un échantillon de fil de platine iridié, d'un centième de millimètre de diamètre.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 mars 1896.

Annuaire géologique universel, par M. L. Carez. Année 1894. Tome XI. Paris, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Spectres électriques, par M. Eug. Demarçay, ancien répétiteur à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-4° avec atlas. (Présenté par M. Moissan.)

Le Muséum d'Histoire naturelle il y a un siècle, publié par M. le Dr E.-T. Hamy, Membre de l'Institut, professeur au Muséum, etc. Paris, Ernest Leroux; in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Notice sur un projet d'ascenseur pour le mont Blanc, par M. Paul Issartier. (Extrait du *Bulletin de la Société scientifique de Marseille*). Marseille, Barthelet et Cie, 1896; in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

L'Institut antirabique de Marseille; résultats statistiques, par M. Ch. Livon, Directeur. Marseille, Barthelet et Cie, 1896; in-8°. (Présenté par M. Duclaux.)

Toxicologie africaine. Étude botanique, historique, ethnographique, chimique, etc. sur les végétaux toxiques et suspects, propres au continent africain et aux îles adjacentes, par M. A.-R. de Rochebrune, Docteur en Médecine, Assistant au Muséum, etc. 1er fascicule. Paris, O. Doin, 1896; in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Essai sur l'Église russe catholique et ses saints, par M. F. ROMANET DU CAILLAUD. (Extrait de la *Terre sainte, Revue de l'Orient chrétien*). Paris, Pierre Téqui, 1896; in-8°. (Présenté par M. Grandidier.)

Études sur la végétation dans ses rapports avec l'aération du sol. Recherches sur les plantations des promenades de Paris, par M. LOUIS MANGIN. (Extrait des *Annales de la Science agronomique française et étrangère*). Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1896; in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

La Tribune médicale, revue française de Médecine. Rédacteur en chef : J.-V. LABORDE, Membre de l'Académie de Médecine, Directeur des travaux physiologiques à la Faculté de Médecine de Paris. N° 12. 18 mars 1896. Paris, G. Maurin; in-8°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneaux. N° 1. Janvier-février. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. in-8°.

Le sommeil, tiers de notre vie. Pathologie, Physiologie, Hygiène, Psychologie, par M. MARIE DE MANACÉÏNE; traduit du russe, par M. ERNEST JAUBERT. Paris, G. Masson, 1896; in-12.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Tome VII. Toulouse, Douladoure-Privat, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

De l'importance de l'Hydrologie médicale, des bases et de la méthode de son enseignement. Leçons d'ouverture faites par M. le Dr JULES FÉLIX. Paris, 1896; in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. N° 3. 15 mars 1896. Genève; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 mars 1896.)

Note de M. *Garrigou-Lagrange*, Sur les ondes barométriques lunaires, etc. :

Page 666, ligne 12, *au lieu de* déclinaisons linéaires, *lisez* déclinaisons lunaires.

Même page, ligne 25, *au lieu de* les séries suivantes qui donnent les écarts des pressions, *lisez* les séries suivantes qui donnent, en centièmes de millimètre de mercure, les écarts des pressions, etc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 6 avril sera remise au mardi 7.

M. F. **Tisserand**, en présentant à l'Académie le Tome IV de son « Traité de Mécanique céleste », s'exprime en ces termes :

« Ce Volume termine l'Ouvrage auquel j'ai consacré dix années de travail. Il comprend, pour ne citer que les points principaux :

» La théorie des satellites de Jupiter, exposée en détail d'après la méthode de la variation des constantes arbitraires;

» La théorie des satellites de Saturne, notamment celle d'Hypérion, qui a fait l'objet de travaux importants;

» Des indications sur les perturbations des satellites des autres planètes;

» Le calcul des perturbations des comètes quand elles approchent beaucoup des planètes;

» L'exposé des recherches relatives à la figure des comètes;

» L'exposé des Mémoires principaux de Cauchy, Jacobi, Hansen, Newcomb et Gyldén sur le calcul des inégalités planétaires;

» Enfin un résumé de la confrontation systématique de la loi de Newton avec l'ensemble des observations des planètes.

» J'espère que les jeunes astronomes retireront quelque fruit de la lecture de mon Traité; ils y trouveront, dans tous les cas, l'occasion d'accroître leurs connaissances.

» Je dois des remercîments à notre confrère, M. Callandreau, et à M. Radau, qui m'ont prêté le concours de leurs précieux avis, et à MM. Gauthier-Villars qui n'ont cessé d'apporter des soins minutieux dans l'impression d'un Ouvrage qui ne laissait pas de présenter quelques difficultés. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés différentes des radiations invisibles émises par les sels d'uranium, et du rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes*. Note de M. **Henri Becquerel**.

« L'étude des propriétés des radiations émises par les sels d'uranium, dont j'ai déjà entretenu l'Académie dans les précédentes séances, et auxquelles s'ajoutent quelques propriétés nouvelles qui sont décrites ci-après, permet d'établir des différences importantes entre les effets de ces radiations et les effets produits par le rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes, tels que les a décrits et appliqués M. Röntgen.

1° *Double réfraction. Polarisation et dichroïsme au travers d'une tourmaline.*

» Dans le but de rechercher si les radiations émises par les sels d'uranium se polarisent, j'ai disposé l'expérience suivante : une lame mince de tourmaline, parallèle à l'axe et de $0^{mm},50$ d'épaisseur, a été coupée en deux; les deux moitiés ont été juxtaposées de façon que leurs axes fussent rectangulaires, et cet ensemble a été recouvert par une lame unique, parallèle à l'axe, de $0^{mm},88$ d'épaisseur, et dont l'axe était parallèle à l'axe de l'une des deux moitiés de la première tourmaline. Dans ces conditions la lumière ordinaire est transmise au travers des deux tourmalines dont les axes sont parallèles, et est arrêtée au travers de l'autre moitié du système. Cet ensemble, ainsi réglé, a été déposé sur une plaque photographique préalablement enveloppée de papier noir, et a été couvert par une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium. La plaque photogra-

phique, développée au bout de soixante heures, a très nettement montré la silhouette des tourmalines, et l'action au travers des tourmalines parallèles était notablement plus forte qu'au travers des tourmalines croisées. Or au travers des deux moitiés de ce système les substances traversées sont les mêmes. La différence observée ne peut être attribuée qu'au dichroïsme.

» Cette expérience montre donc à la fois, pour les rayons invisibles émis par les sels d'uranium, la double réfraction, la polarisation des deux rayons et leur inégale absorption au travers de la tourmaline.

» La même expérience, répétée avec les mêmes tourmalines et le rayonnement émané d'un tube de Crookes, a donné un résultat négatif; les deux plages ont également absorbé le rayonnement. Ce résultat, qui avait déjà été signalé par M. Röntgen, est d'accord avec l'absence de réfraction appréciable. Il ne prouve pas que le rayonnement ne se polarise pas, mais seulement que l'absorption est la même pour les tourmalines parallèles et pour les tourmalines croisées.

2° *Absorption inégale par diverses substances.*

» L'absorption des deux rayonnements qui nous occupent, lorsqu'ils traversent les mêmes substances, présente des caractères très différents. On peut le constater, soit par la méthode photographique qui donne des résultats qualitatifs, soit par l'action sur l'électroscope qui fournit des mesures relatives.

» *a. Méthode photographique.* — Lorsqu'on projette le rayonnement d'un tube de Crookes sur une plaque photographique enveloppée de papier noir, et couverte par divers corps en lames minces ou par de petits tubes plats pleins de divers liquides, on observe d'abord que, pour une courte pose, la plupart des corps, sauf la paraffine qui est très transparente, et l'aluminium qui l'est un peu moins, se comportent comme ayant des opacités assez voisines. On reconnaît cependant que l'eau est beaucoup plus opaque que la paraffine, une solution de nitrate d'urane s'est montrée plus opaque que des solutions de nitrate de cuivre et de chlorure d'or.

» Si l'on pose davantage on reconnaît qu'une lame de cuivre de $0^{mm},04$ est traversée, mais sous l'épaisseur de $0^{mm},95$ le cuivre est très peu transparent. Le platine, sous l'épaisseur de $0^{mm},08$, paraît un des plus opaques parmi les corps étudiés. Sur les mêmes plaques se trouvaient encore du zinc, du plomb, de l'argent, du verre, du spath, du quartz, du sel

gemme, etc. Le verre, sous l'épaisseur de $2^{mm},13$, le quartz perpendiculaire à l'axe ($2^{mm},05$), le spath ($1^{mm},93$ et $2^{mm},40$), le sel gemme, ont paru aussi peu transparents que le cuivre.

» L'absorption des rayons émis par un sel d'urane est très différente. L'aluminium et la paraffine sont toujours très transparents, mais les métaux se laissent bien plus facilement traverser que par le rayonnement d'un tube de Crookes; le cuivre ($0^{mm},10$) est très transparent, le platine ($0^{mm},08$) également, mais un peu moins que le cuivre; l'argent laisse aussi passer ces radiations; ainsi que le zinc, le plomb ($0^{mm},36$) s'est comporté comme opaque.

» Le quartz ($4^{mm},66$), le spath d'Islande ($4^{mm},48$) sont très peu transparents; le soufre ($2^{mm},01$) l'est davantage.

» On voit déjà, par cet aperçu, que les radiations émises par les sels d'uranium traversent plus facilement la plupart des corps, et en particulier les métaux, que ne le fait le rayonnement d'un tube de Crookes.

» *b. Méthode électroscopique.* — La décharge d'un corps électrisé par les radiations ayant traversé divers écrans conduit à la même conclusion. J'ai déjà montré que le quartz absorbe moins les radiations des sels d'uranium que le rayonnement d'un tube de Crookes.

» Lorsqu'on fait agir un tube de Crookes sur les feuilles d'or d'un électroscope, une lame d'aluminium, de $0^{mm},10$ d'épaisseur, laisse passer un rayonnement intense, et la chute des feuilles d'or se fait en quelques secondes; si l'on interpose alors une lame de cuivre, de $0^{mm},10$ d'épaisseur, les feuilles d'or cessent de se rapprocher, ou du moins ne se rapprochent qu'avec une extrême lenteur. Le platine intercepte encore davantage le rayonnement.

» Il n'en est pas de même avec les rayons émis par les sels d'uranium; ceux-ci traversent beaucoup plus facilement le cuivre et le platine. Je rapporterai ici quelques nombres mesurant l'action au travers de ces deux métaux. L'expérience était disposée de la manière suivante : une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium était placée à 2^{cm} environ audessous des feuilles d'or de l'électroscope. On a étudié alors la déperdition de celui-ci, lorsque la lamelle agissait seule, ou lorsqu'on interposait soit successivement, soit simultanément, des écrans formés de lames d'aluminium, de cuivre ou de platine. La lame d'aluminium avait $0^{mm},10$ d'épaisseur, la lame de cuivre $0^{mm},09$ et la lame de platine $0^{mm},035$. Les actions sont mesurées par la vitesse de la chute des feuilles d'or, ou par la fraction de degré dont leur angle diminue en une seconde; on sait que cette dimi-

nution est sensiblement proportionnelle au temps. Les nombres suivants expriment les vitesses en secondes d'angle et en secondes de temps.

Action d'une lame de sulfate double d'uranyle et de potassium sur les feuilles d'or d'un électroscope.

Nature des écrans.	Date et heure moyenne des mesures.		Vitesse de la chute.
Sans écran	28 mars	$1^h.45^m$	38,18
Écran d'aluminium ($0^{mm},10$)	»	3	9,42
Écran de cuivre ($0^{mm},09$)	»	3.50	11,40
Écran de platine ($0^{mm},035$)	»	5	9,60
Platine et aluminium superposés	»	5.50	6,53
Sans écran	»	6.20	33,60
Aluminium et cuivre superposés	»	6.40	7,44
Sans écran (le lendemain)	29 mars	5.40	33,00

» On reconnaît que le cuivre et l'aluminium ont à peu près la même absorption pour la même épaisseur, que le platine absorbe un peu davantage, et que l'absorption des écrans superposés est moindre que la somme des effets dus à chacun d'eux, comme dans les expériences de thermochrose de Melloni, et comme cela a été constaté par le rayonnement anticathodique par MM. Hurmuzescu et Benoîst.

» Les radiations émises par la lamelle de sel d'urane ne sont donc pas homogènes.

» Dans une expérience que j'avais faite la semaine dernière j'avais observé que l'électroscope se déchargeait au travers d'un écran de cuivre de $1^{mm},40$ d'épaisseur.

» Les nombres ci-dessus montrent encore que, peu de temps après avoir été exposée à la lumière, l'action de la lamelle de sel d'uranium était un peu plus forte. Il s'est produit, en cinq heures, un léger affaiblissement puis l'action est restée sensiblement constante jusqu'au lendemain.

3°. *Sur quelques propriétés particulières de l'émission des radiations par les sels d'uranium.*

» J'ai déjà signalé l'indépendance entre l'émission des radiations invisibles des sels d'uranium et l'émission des radiations visibles, par phosphorescence; en particulier les sels uraneux, qui ne sont pas phosphorescents, émettent des radiations invisibles. J'ai indiqué aussi que le nitrate d'urane

fondu et ayant cristallisé à l'obscurité était aussi actif que les cristaux du même sel exposé à la lumière; j'ai vérifié récemment que le nitrate d'urane en solution dans l'eau est encore aussi actif, alors que cette dissolution n'est plus fluorescente. C'est un nouvel exemple d'indépendance entre les deux phénomènes d'émission.

» J'ai cherché également si ces radiations communiqueraient une phosphorescence invisible aux sulfures qui sont devenus inactifs ou aux divers échantillons de blende hexagonale que je possède. Le résultat a été négatif, du moins comme effet immédiat. De même, l'action du rayonnement d'un tube de Crookes n'a communiqué aucune activité à la blende hexagonale, soit pendant l'excitation, soit après, en laissant la pose se prolonger pendant trois jours.

» Je n'ai pas observé de différence appréciable entre l'activité d'une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium, exposée au rayonnement d'un tube de Crookes, et une lamelle non exposée. Pendant l'influence directe de ce rayonnement sur une plaque photographique, la lamelle s'est comportée comme opaque. Elle a été placée ensuite sur une autre plaque photographique à côté d'une lamelle du même sel, et les deux lamelles ont donné des impressions identiques.

» Je dois citer encore une expérience qui paraît en contradiction avec les phénomènes de réflexion et de réfraction que j'ai observés.

» Entre deux lamelles de verre de même épaisseur ($1^{mm},83$ dans une expérience et $1^{mm},37$ dans une autre), j'ai tassé de la poudre de verre obtenue en pulvérisant un morceau du même verre, et la poudre, tassée légèrement, affleurait la surface des lames de verre. Dans ces conditions, la bande de verre pulvérisé apparaît comme opaque à la lumière ordinaire. On sait que le rayonnement d'un tube de Crookes la traverse avec la même facilité qu'une lame de verre homogène : c'est une des expériences fondamentales de M. Röntgen. Dans les conditions qui viennent d'être indiquées et avec les radiations émises par les sels d'urane, la bande de verre pulvérisé s'est comportée comme notablement plus transparente que les lames de verre voisines. Comme la quantité de matière traversée est sensiblement moindre, on ne peut déduire aucune conclusion certaine de cette expérience contradictoire.

4° Considérations générales.

» Il serait prématuré de tirer des conclusions absolues des expériences qui précèdent. Si l'on n'avait égard qu'aux seuls phénomènes d'absorption

on rendrait compte des faits en admettant que les radiations émises par les sels d'uranium et le rayonnement d'un tube de Crookes se comportent comme ayant des longueurs d'onde différentes, mais l'absence de réflexion et de réfraction, bien constatée pour le rayonnement étudié par M. Röntgen, établit une différence plus profonde. Il semble plus probable de penser que la phosphorescence de la tache anticathodique n'est qu'un phénomène concomitant d'un phénomène électrique, dont celle-ci serait le siège, et que c'est ce phénomène électrique, une sorte d'effluve, comme cela résulte des expériences de M. H. Dufour ([1]), qui provoque la phosphorescence de la plaque photographique et, par suite, la réduction des sels d'argent par les radiations phosphorescentes excitées sur place. Quant à la phosphorescence du verre des tubes de Crookes, il est possible qu'elle soit accompagnée de radiations analogues à celles qu'émettent les sels d'uranium, mais il est probable qu'une très longue pose serait nécessaire pour les mettre en évidence. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1896.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Jecker. — MM. Friedel, Troost, Schützenberger, Gautier, Moissan, Grimaux.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard.

Prix Fontannes. — MM. Gaudry, Fouqué, Daubrée, Des Cloizeaux, Marcel Bertrand.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Chatin, Guignard.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux.

([1]) H. Dufour, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 460.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue.

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval.

Prix Serres. — MM. Ranvier, Bouchard, Perrier, Chauveau, Lannelongue.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite les Membres de l'Académie à assister, le samedi 11 avril, à la séance de clôture du Congrès des Sociétés savantes, séance qu'il doit présider.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Jean Rey* intitulé « Éclairage des côtes. Notice sur les feux-éclairs à l'huile et à l'électricité, suivie d'un tarif descriptif des appareils construits par MM. Sautter, Harlé et Cie ». (Transmis par M. A. Potier.)

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observés chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1895.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations d'éclat de l'étoile* Mira-Ceti. Note de M. **Duménil** (1).

« J'ai pu suivre l'étoile *Mira-Ceti* dans ses douze dernières périodes consécutives, sauf celles de 1892 et de 1893, où l'état continuellement brumeux du ciel m'a beaucoup gêné.

» J'ai constaté chaque fois son accroissement rapide d'éclat, à partir du jour du commencement de sa visibilité à l'œil nu, et sa lente diminution ensuite; puis l'irrégularité de son maximum en la comparant aux étoiles

(1) Ces observations, dues à l'un des lecteurs du journal *Le Ciel*, sont transmises à l'Académie par M. Joseph Vinot.

fixes du voisinage, irrégularité qui va, pour cette période, de la grandeur 4,7 à la grandeur 2,5. Enfin, il semble bien établi, par ces observations, que les époques de maximum sont notablement en retard aujourd'hui sur les dates données dans les éphémérides. Le Tableau suivant met ces remarques en évidence.

Années.	Époques d'observation.	Éclat.	Dates des éphémérides.
1886.	19 décembre 1885 au 7 janv. 1886.	4	7 janvier.
1886.	20 novembre au 10 décembre....	4	10 décembre.
1887.	21 à 25 octobre..............	4,7	10 novembre.
1888.	15 septembre au 1er octobre.....	2,5	12 octobre.
1889.	8 août au 7 septembre........	4	6 août.
1890.	17 juillet au 8 août............	4,2	30 juin.
1891.	6 à 15 août..................	4,5	25 mai.
1892.	23 juillet.....................	4	17 avril.
1893.	16 février....................	6	11 mars.
1894.	22 février au 19 mars...........	4	6 février.
1895.	11 février au 15 mars...........	4	12 janvier.
1896.	15 janvier au 25 février.........	3,8	9 décembre 1895.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'inversion des systèmes de différentielles totales.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je me propose, dans cette Note, d'indiquer quelques propositions générales relatives à l'inversion d'un système de différentielles totales

$$(1)\quad \begin{cases} J_1(x_1, \ldots, x_n) = \int P_{1,1}\, dx_1 + \ldots + P_{n,1}\, dx_n = u_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ J_n(x_1, \ldots, x_n) = \int P_{1,n} dx_1 + \ldots + P_{n,n}\, dx_n = u_n, \end{cases}$$

où les $P_{i,j}$ sont des fonctions algébriques de $x_1, \ldots, x_n$, dont le déterminant $|P_{i,j}|$ n'est pas nul identiquement.

» J'énoncerai d'abord quelques théorèmes qui sont ou connus explicitement, ou faciles à obtenir à l'aide des considérations classiques de la théorie des fonctions abéliennes. Mais la démonstration que j'en donne est entièrement nouvelle et directe : elle ne fait intervenir ni le théorème d'Abel ni les relations fondamentales entre les périodes, mais seulement les principes de la théorie des fonctions et des équations différentielles.

» Je prends comme point de départ ce lemme :

» *Quand les n intégrales* J *sont de première espèce, les fonctions* $x_1, \ldots, x_n$

de $u_1, \ldots, u_n$, définies par (1), *ne peuvent admettre d'autres singularités transcendantes que $u_1 = \infty, \ldots, u_n = \infty$.* Il faut se garder de considérer cette proposition comme évidente, car elle cesse d'être exacte quand les intégrales J ne sont plus de première espèce.

» Ce lemme entraîne les conséquences suivantes :

» I. Représentons chaque période simultanée $\omega_1, \ldots, \omega_n$ de $J_1, \ldots, J_n$ par un point de l'espace à $2n$ dimensions E_{2n}, en posant $\omega_1 = \xi_1 + i\eta_1, \ldots, \omega_n = \xi_n + i\eta_n$. *Tout système de n intégrales abéliennes de première espèce $I_1(x), \ldots, I_n(x)$ admet au moins $2n$ périodes formant dans l'espace E_{2n} un véritable parallélépipède à $2n$ dimensions.*

» II. *Si les n intégrales* (1), $J_1(x_1, \ldots, x_n), \ldots, J_n(x_1, \ldots, x_n)$ *sont de première espèce et admettent seulement $2n$ périodes, les fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$, définies par* (1), *n'ont qu'un nombre fini de branches et se ramènent algébriquement aux fonctions méromorphes $2n$ fois périodiques de n variables.*

» III. Les n intégrales $J(x_1, \ldots, x_n)$ étant de première espèce et n'admettant que $2n$ périodes, *si ce système renferme un système de j intégrales à $2j$ périodes, il renferme nécessairement un système de $2(n-j)$ intégrales (distinctes des j précédentes) à $2(n-j)$ périodes.* Les fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$, définies par (1), se ramènent alors aux fonctions méromorphes périodiques de $2j$ et de $2(n-j)$ variables.

» Quand on applique cette dernière proposition aux systèmes abéliens :

$$(i = 1, 2, \ldots, n) \quad J_i \equiv \int P_i(x_1, y_1)\,dx_1 + \int P_i(x_2, y_2)\,dx_2 + \ldots + \int P_i(x_n, y_n)\,dx_n,$$

$\int P_i(x, y)\,dx$ désignant une des n intégrales de première espèce attachées à la courbe $H(x, y) = 0$ *de genre n*, on retombe sur le théorème bien connu de M. Weierstrass, relatif à la réduction des fonctions abéliennes. Ce théorème a été démontré (sous une forme d'ailleurs plus précise) par M. Picard pour $n = 2$ et par M. Poincaré pour n quelconque, à l'aide de considérations arithmétiques où les relations entre les périodes jouent un rôle fondamental.

» Comme corollaires du théorème III, je citerai les deux suivants :

» 1° *Toute fonction méromorphe $2n$ fois périodique de n variables $F(u_1, \ldots, u_n)$ coïncide avec une fonction abélienne de $m + n$ variables où on annule m des variables.* Il suit de là que $F(u_1, \ldots, u_n)$ est exprimable à l'aide des fonctions $\Theta(u_1, \ldots, u_n)$.

» 2° *Les fonctions méromorphes $2n$ fois périodiques à n variables se ramènent algébriquement aux fonctions* $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$ *définies par un*

système

$$(2)\left\{\begin{array}{l}\int \mathrm{P}_i(x_1, y_1)\,dx_1 + \int \mathrm{P}_i(x_2, y_2)\,dx_2 + \ldots + \int \mathrm{P}_i(x_n, y_n)\,dx_n = u_n \\ \qquad\qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n),\end{array}\right.$$

les intégrales $\int \mathrm{P}_i(x, y)\,dx$ désignant n intégrales de première espèce distinctes attachées à la courbe $\mathrm{H}(x, y) = 0$. Si le genre de cette courbe est égal à n, les fonctions sont des fonctions *abéliennes* proprement dites.

» J'arrive maintenant à l'objet principal de cette Note :

» *Les intégrales* (1) $\mathrm{J}_1, \ldots, \mathrm{J}_n$ *étant quelconques, quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'intégrale générale* $x_1(u_1, \ldots, u_n), \ldots, x_n(u_1, \ldots, u_n)$ *dépende algébriquement des constantes* $x_1^0, \ldots, x_n^0$ (*valeurs initiales de* $x_1, \ldots, x_n$ *pour* $u_1 = 0, \ldots, u_n = 0$)? Les fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$ n'ont alors qu'un nombre fini q de branches.

» On peut dire encore : *Quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que les fonctions* $x_1, \ldots, x_n$ *de* $u_1, \ldots, u_n$, *définies par* (1), *admettent un théorème d'addition?*

» Ces conditions s'énoncent ainsi : IL FAUT *et il suffit* : 1° *que les intégrales* J *n'aient que* $2k$ *périodes non polaires distinctes* ($k \leqq n$) *et* l *périodes polaires distinctes* ($l \leqq n - k$); 2° *que* (*moyennant un changement linéaire convenable effectué sur* $u_1, \ldots, u_n$) *les* k *premières intégrales* J *soient de première espèce et que les* $(n - k)$ *dernières n'aient chacune qu'une période polaire distincte au plus.*

» Ces systèmes renferment en particulier certains systèmes considérés par M. Appell et par M. Goursat, et pour lesquels l'uniformité de l'intégrale résulte du théorème d'Abel.

» *Étant donné un système* (1), *on peut toujours reconnaître, à l'aide d'un nombre fini d'opérations algébriques, si l'intégrale* $x_1(u_1, \ldots, u_n), \ldots, x_n(u_1, \ldots, u_n)$ *n'a qu'un nombre* DONNÉ q *de branches et dépend algébriquement des constantes.*

» Les fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $u_1, \ldots, u_n$ peuvent d'ailleurs n'admettre qu'un nombre *fini* de déterminations et *renfermer les constantes* $x_1^0, \ldots, x_n^0$, *sous forme transcendante*. Nous établissons à ce sujet ce théorème :

» *Pour que l'intégrale* $x_1(u_1, \ldots, u_n), \ldots, x_n(u_1, \ldots, u_n)$ *d'un système* (1) *n'ait qu'un nombre fini de déterminations,* IL SUFFIT *que, moyennant un changement algébrique convenable effectué sur* $x_1, \ldots, x_n$ *et une transformation linéaire effectuée sur* $u_1, \ldots, u_n$, *le système* (1) *satisfasse aux conditions suivantes :*

» 1° $\mathrm{J}_1, \ldots, \mathrm{J}_k$ dépendent seulement de $x_1, \ldots, x_k$ ($k \leqq n$), et l'intégrale

$x_1, \ldots, x_k$ du système formé par les k premières équations (1) dépend algébriquement des constantes $x_1^0, \ldots, x_k^0$. Quant à $J_{k+1}, \ldots, J_n$, ils sont de la forme

$$J_{k+1} = J'_{k+1}(x_1, \ldots, x_k) + J''_{k+1}(x_{k+1}, \ldots, x_n), \quad \ldots,$$
$$J_n = J'_n(x_1, \ldots, x_k) + J''_n(x_{k+1}, \ldots, x_n),$$

et les périodes de chaque intégrale J'_{k+l} ou bien sont réductibles aux périodes de J''_{k+l}, ou bien correspondent à des périodes du système $J_1, \ldots, J_k$.

» 2° Le système des $(n-k)$ intégrales $J''_{k+1}, \ldots, J''_n$, à $(n-k)$ variables $x_{k+1}, \ldots, x_n$, vérifie des conditions analogues, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait épuisé toutes les variables.

» On peut d'ailleurs reconnaître *algébriquement*, si un système (1) donné rentre dans la catégorie précédente, *le nombre q des branches des fonctions $x_1, \ldots, x_n$ étant donné*.

» Mais les systèmes énumérés épuisent-ils les systèmes (1) dont l'intégrale $x_1, \ldots, x_n$ n'a qu'un nombre limité de branches? Pour le cas particulier $n = 2$, $q = 1$, la réponse (voir les *Comptes rendus* du 17 mars) est affirmative. Qu'elle le soit encore pour n et q quelconques, c'est ce que certaines considérations rendent plus que vraisemblables : mais une démonstration rigoureuse exigerait une étude analytique approfondie des équations différentielles d'ordre quelconque, étude que je n'ai pu encore que commencer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension du théorème de Cauchy aux systèmes les plus généraux d'équations aux dérivées partielles*. Note de M. **Etienne Delassus**, présentée par M. Darboux.

« **1.** Soit z une fonction des variables $x_1, x_2, \ldots, x_m$ rangées dans un ordre déterminé. Considérons les dérivées partielles d'ordre n de z

$$\frac{\partial^n z}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2} \ldots \partial x_m^{\alpha_m}}.$$

Nous les rangerons d'abord d'après les valeurs décroissantes de α_1, puis celles qui ont même valeur de α_1 par rapport aux valeurs décroissantes de $\alpha_2, \ldots$, de sorte que l'expression : *la $p^{\text{ième}}$ dérivée d'ordre n de z* ait un sens précis.

» Un ensemble de p dérivées d'ordre n de z sera dit *canonique* s'il est constitué par les p premières de ces dérivées.

» Il est défini complètement par les indices $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$ de son dernier terme, et les $n-1$ premiers de ces nombres s'appelleront les *indices* de l'ensemble.

» Si deux ensembles canoniques d'ordre n, E_1^n, E_2^n, sont formés respectivement de p_1 et p_2 termes, et, si l'on a $p_1 > p_2$, l'ensemble E_1^n sera dit plus grand que E_2^n, et on l'indiquera par

$$E_1^n > E_2^n.$$

» Prenons les dérivées premières, par rapport à toutes les variables, de tous les termes d'un ensemble canonique E^n, nous obtiendrons un nouvel ensemble que nous désignerons par $(E^n)'$ et qui sera l'*ensemble dérivé de* E^n. Le nouvel ensemble possède la propriété importante qui suit :

» *L'ensemble* $(E^n)'$ *est encore canonique et a les mêmes indices que* E^n.

» De là on déduit facilement que :

» *Si dans une suite infinie d'ensembles canoniques*

$$E^\mu, \quad E^{\mu+1}, \quad \ldots,$$

on a toujours $(E^p)' \leqq E^{p+1}$, *il existe forcément un nombre fini n à partir duquel on a toujours* $(E^p)' = E^{p+1}$, et cette propriété élémentaire fera retrouver, d'une façon simple et naturelle, un théorème très important de M. Tresse sur la formation des systèmes d'équations aux dérivées partielles.

» 2. Je démontre le théorème suivant :

» *Si p équations aux dérivées partielles, d'ordre n en z, peuvent être résolues par rapport à p dérivées d'ordre n de z, on peut toujours faire un changement linéaire de variables, de façon à pouvoir les résoudre par rapport aux p premières de ces dérivées.*

» Comme ces p dérivées forment un ensemble canonique E^n, je dirai que le système est résolu par rapport à E^n.

» Étant donné un système Σ d'équations aux dérivées partielles entre $z_1, z_2, \ldots, z_q$, on peut toujours, par une *résolution régulière*, le décomposer en systèmes partiels σ_i^j, tels que les équations σ_i^j, en nombre p_i^j, soient d'ordre j en $z_i, z_{i+1}, \ldots, z_q$, d'ordre $j-1$ au plus en $z_1, z_2, \ldots, z_{i-1}$, et puissent être résolues par rapport à p_i^j dérivées d'ordre j de z_i. Il peut exister des équations σ_0 ne contenant pas les inconnues.

» Cette forme se conservant par un changement de variables, il en résulte que :

» *Dans un système quelconque* Σ, *il est toujours possible de faire un change-*

ment de variables, de façon qu'il puisse être résolu régulièrement par rapport à des ensembles canoniques E_i^j.

» Une telle résolution sera dite *régulière ou canonique* et pourra conduire à un résidu d'équations ne contenant plus les inconnues.

» 3. Désignons maintenant par $x'_1, x'_2, \ldots, x'_m$ les anciennes variables et par $x_1, x_2, \ldots, x_m$ les nouvelles. Les coefficients du changement de variables, que nous désignerons d'une façon générale par λ, seront considérés jusqu'à nouvel ordre comme des constantes arbitraires.

» Soient $F_1, F_2, \ldots$ les équations en nombre limité d'après le théorème de M. Tresse, qui définissent un système. Soient $\Phi_1, \Phi_2, \ldots$ ces équations transformées. En formant d'une façon systématique les dérivées successives des équations et les conditions d'intégrabilité, on arrivera, *au bout d'un nombre limité d'opérations*, à prouver l'incompatibilité ou à *un système* Σ^n, *se décomposant en systèmes partiels* $\sigma_i^j (j \leqq n)$ *résolus par rapport à des ensembles canoniques* E_i^j *satisfaisant aux conditions*

$$(E_i^j)' \leqq E_i^{j+1} \quad (j < n)$$

tel que toute dérivée d'une équation d'ordre inférieur à n soit une conséquence des équations de Σ^n *et que la dérivation des équations d'ordre n n'introduise aucune équation d'intégrabilité non conséquence des équations de* Σ^n.

» C'est Σ^n qui constitue notre forme canonique générale. Elle contient les λ qu'on fixera de façon que leur déterminant ne soit pas nul et que les seconds membres ne soient identiquement ni indéterminés ni infinis, ce qui est toujours possible, d'après les théorèmes démontrés.

» 4. On montre que *l'intégration d'un système* Σ^n *se ramène à l'intégration successive de m systèmes de M*[me] *Kowalevski.*

» Soient $\gamma_1^i, \gamma_2^i, \ldots, \gamma_{m-1}^i$ les indices de l'ensemble E_i^n. Soit en plus γ_0^i, qui sera 1 ou 0 suivant que l'ensemble E_i^n sera ou ne sera pas nul.

» Désignons, en outre, d'une façon générale, par δ les dérivées d'ordre égal ou inférieur à n, de $z_1, z_2, \ldots, z_q$, qui ne figurent pas dans les premiers membres de Σ^n. Nous arriverons au théorème général suivant :

» *Donnons-nous arbitrairement les fonctions de* $x_1, x_2, \ldots, x_m$, *analytiques en* x_1^0, x_2^0, x_m^0, *auxquelles se réduisent les* z_i *pour lesquels on a* $\gamma_0^i = 1$;

» *Puis les fonctions de* $x_2, \ldots, x_m$, *analytiques en* $x_2^0, \ldots, x_m^0$, *auxquelles se réduisent, pour* $x_1 = x_1^0$,

$$z_i, \quad \frac{\partial z_i}{\partial x_1}, \quad \ldots, \quad \frac{\partial^{\gamma_1^i - 1} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i - 1}};$$

» *Puis les fonctions de* $x_3, \ldots, x_m$, *analytique en* $x_3^0, \ldots, x_m^0$, *auxquelles se réduisent, pour* $x_1 = x_1^0$, $x_2 = x_2^0$,

$$\frac{\partial^{\gamma_1^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i}}, \quad \frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i}}\right), \quad \ldots, \quad \frac{\partial^{\gamma_2^i - 1}}{\partial x_2^{\gamma_2^i - 1}}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i}}\right);$$

» *Puis les fonctions de* x_m, *analytiques en* x_m^0, *auxquelles se réduisent, pour* $x_1 = x_1^0, \ldots, x_{m-1} = x_{m-1}^0$,

$$\frac{\partial^{\gamma_1^i + \ldots + \gamma_{m-2}^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i} \ldots \partial x_{m-2}^{\gamma_{m-2}^i}}, \quad \frac{\partial}{\partial x_{m-1}}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i + \ldots + \gamma_{m-2}^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i} \ldots \partial x_{m-2}^{\gamma_{m-2}^i}}\right), \quad \ldots, \quad \frac{\partial^{\gamma_{m-1}^i - 1}}{\partial x_{m-1}^{\gamma_{m-1}^i - 1}}\left(\frac{\partial^{\gamma_1^i + \ldots + \gamma_{m-2}^i} z_i}{\partial x_1^{\gamma_1^i} \ldots \partial x_{m-2}^{\gamma_{m-2}^i}}\right);$$

» *Et enfin celles des valeurs des* δ *pour* $x_1 = x_1^0, \ldots, x_m = x_m^0$, *qui ne sont pas déterminées par les fonctions initiales précédentes.*

» *Si, au voisinage de* $x_1^0, \ldots, x_m^0$ *et des valeurs initiales des* δ, *les seconds membres des équations de* Σ^n *sont des fonctions analytiques de* $x_1, x_2, \ldots, x_m$ *et des* δ, *il existe un et un seul système d'intégrales* $z_1, z_2, \ldots, z_q$, *analytiques en* $x_1^0, \ldots, x_m^0$, *vérifiant le système* Σ^n *et satisfaisant à toutes les conditions initiales que nous venons d'énumérer.* »

PHYSIQUE. — *Sur la pénétration des gaz dans les parois de verre des tubes de Crookes.* Note de M. **Gouy.**

« En chauffant au chalumeau le verre provenant d'un tube de Crookes ayant servi quelque temps, on le voit prendre un aspect mat, qui fait croire au premier abord à une dévitrification. L'altération est limitée à la surface intérieure du tube; elle est d'autant plus marquée que le verre a reçu un rayonnement cathodique plus intense, et n'existe plus pour les portions qui n'y étaient pas exposées. Le microscope montre que cette couche mate est surtout formée d'une multitude de bulles gazeuses (1), qui sont à l'intérieur du verre, mais près de sa surface. En chauffant davantage, ces bulles se réunissent, s'accroissent en volume et finissent par être visibles à la loupe ou parfois même à l'œil nu.

» Ainsi le verre, qui a été exposé à des rayons cathodiques intenses, *dégage de nombreuses bulles de gaz quand il est ramolli par la chaleur.*

---

(1) Les tubes ayant servi longtemps montrent aussi, dans les mêmes conditions, des rides nombreuses, qui témoignent d'une modification superficielle du verre. Celle-ci peut exister sans les bulles, ou réciproquement.

Ce phénomène ne se produit dans aucun autre cas. Il semble en résulter que les rayons cathodiques font pénétrer dans le verre les gaz du tube, qui restent ensuite occlus jusqu'à ce que le ramollissement du verre les mette en liberté.

» Ces observations ont été faites avec quatre tubes de verres un peu différents; l'un d'eux cependant ne montrait de bulles abondantes que dans les portions les plus exposées aux rayons cathodiques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des champs magnétiques non uniformes dans la photographie par les rayons* X. Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« J'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie le principe d'une méthode destinée à abréger la durée de la pose dans la photographie par les rayons X. On a vu qu'on pouvait, à l'aide de champs magnétiques, non seulement déplacer la tache fluorescente active, mais encore la *condenser* de façon à augmenter son éclat. Cette condensation s'obtient en concentrant les rayons cathodiques qui lui donnent naissance et cette concentration provient de ce que le champ employé n'est pas uniforme; il faut donc que le champ présente une variation convenable, pour obtenir la déformation voulue.

» En étudiant l'influence de la variation du champ, tant au point de vue de son intensité que de sa forme, on reconnaît :

» 1° Que, en opérant par exemple avec un tube horizontal et en rejetant les rayons cathodiques vers la partie supérieure de la calotte terminale, il y a concentration dans le plan médian vertical, si le champ est décroissant vers le haut et, au contraire, dilatation si le champ décroît vers le bas; il n'y a aucune variation de dimension si le champ est uniforme. Il faut donc, si l'on emploie ce dispositif, mettre les pôles au-dessous de l'axe pour obtenir une variation convenable du champ.

» 2° On constate aussi que, en agissant sur les rayons au voisinage de la cathode de façon à les rejeter sur la partie supérieure horizontale du tube, il y a intérêt (pour obtenir une contraction dans l'autre sens) à employer les parties où les lignes de force tournent leur concavité vers le haut : le champ fait alors l'office d'un miroir cylindrique et l'on a une ligne lumineuse horizontale dans le plan médian vertical; on peut alors la condenser dans l'autre sens en augmentant l'intensité moyenne du champ.

» En utilisant ces considérations, j'ai obtenu, en cinq secondes, la photographie des os d'une main d'adulte; on a pu reconnaître sur ce cliché les traces d'une fracture déjà ancienne ([1]). »

PHYSIQUE. — *Du temps de pose dans les photographies par les rayons* X. Note de M. **James Chappuis**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai rendu publique, le mercredi 19 février dernier, la méthode décrite par M. Meslin et par MM. Imbert et Bertin-Sans, en exposant à l'École centrale un cliché de main avec la mention suivante : « Cliché » obtenu par concentration des rayons cathodiques au moyen d'un champ » magnétique ». Mon intention n'est pas de faire une réclamation de priorité au sujet de ces dispositifs, mais de confirmer ces observations en précisant certain points.

» J'ai adopté, pour étudier la puissance d'un tube de Crookes, l'électromètre de M. Hurmuzescu; on mesure le temps de chute des feuilles correspondant à une variation angulaire constante de 30° à 10°, la paroi de la source étant, dans les expériences, à une même distance de l'électromètre. Ce temps s'est montré toujours proportionnel à la puissance photographique du tube. Toutes ces expériences sont faites avec la bobine de Ruhmkorff.

» *Influence d'un champ magnétique.* — La concentration des rayons cathodiques par un champ magnétique puissant, non mesuré, a fait tomber le temps de chute des feuilles dans le rapport de 8 à 5. Peut-être est-il possible de dépasser ce résultat, mais la fusion du verre est à craindre.

» *Interruption du courant inducteur; sa fréquence.* — La substitution de l'interrupteur Foucault aux trembleurs métalliques fait tomber le temps de chute dans le rapport de 40 à 1; la vérification de la proportionnalité de la puissance photographique a été faite, puisque nous avons obtenu des épreuves de main jusqu'à l'avant-bras, dans un temps de pose réduit de 40′ à 1′.

» Ce résultat semble dû à la différence de l'étincelle de rupture dans l'air et dans l'alcool; on observe en effet que, lorsque l'alcool est envahi

([1]) J'ajouterai que j'avais réalisé l'expérience signalée par M. Basilewski; au lieu d'obtenir un accroissement de sensibilité par l'emploi d'une couche fluorescente, j'ai constaté, au contraire, une diminution manifeste.

par une boue noirâtre, formée de bulles de mercure, le temps de pose augmente de 2 à 5.

» En soufflant l'étincelle, on obtiendra probablement les mêmes effets avec la bobine de Ruhmkorff qu'avec les appareils de Tesla. La grande fréquence paraît nuisible; en faisant varier de 1 à 15 le nombre des interruptions à la seconde, nous avons observé que la puissance du tube allait en diminuant rapidement sous l'effet des plus grandes fréquences; au bout de neuf minutes, la puissance était tombée de 5 à 2.

» Avec une fréquence de quatre interruptions, le tube conserve sa même puissance pendant plus de vingt minutes. La fluorescence visible cependant était nettement intermittente; cette expérience semblerait montrer que la fluorescence invisible persiste sans s'affaiblir au moins un quart de seconde; nous nous proposons de faire connaître prochainement les résultats et les conséquences relatives à la théorie des rayons X, d'expériences poursuivies dans ce sens.

» Ce dispositif, bien préférable aux interruptions de pose, a l'avantage de chauffer beaucoup moins et les parois et les électrodes.

» *Vide.* — Les appareils du commerce perdent rapidement leur puissance; un tube capable d'agir sur l'électromètre en une seconde ne donne plus aucun résultat sensible au bout de une demi-heure de marche.

» Cet effet peut être évité en laissant l'ampoule sur la trompe à mercure; une jauge permet de vérifier l'état du tube, et ses indications pourraient au besoin remplacer celles de l'électromètre; le tube devient bon quand la pression est voisine de $\frac{1}{500}$ de millimètre de mercure.

» *Mesure du temps de pose.* — L'électromètre doit servir à mesurer le temps de pose; il suffit, pour cela, d'interposer différents objets entre la source et la lame d'aluminium de l'électromètre.

» Si l'on emploie des diaphragmes, qui doivent être placés presque en contact avec la surface du verre, leur influence peut être calculée à l'aide de l'électromètre.

» C'est avec un diaphragme de 8^{mm} de diamètre que nous obtenons les photographies de mains en une minute, la plaque étant à 15^{cm} de la source.

» Les résultats obtenus par différents expérimentateurs ne seront comparables que s'ils veulent bien indiquer l'objet photographié, le diaphragme, la distance de la source à la plaque, et le temps de pose; on peut, en effet, obtenir la *photographie instantanée* d'un fil de platine ou d'une pièce d'or placés à $0^{m},01$ de la source, en faisant à la main une

seule interruption de l'inducteur, et enlevant immédiatement le cliché; c'est le temps minimum de pose qu'il soit possible de réaliser ([1]). »

PHYSIQUE. — *Action des rayons* X *sur les corps électrisés.* Note de MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Depuis notre première Communication (3 février) sur les rayons X, dans laquelle nous annoncions que ces rayons ont la propriété de décharger complètement les corps électrisés, sans faire apparaître d'électrisation nouvelle, et où nous fondions sur cette propriété une méthode actinométrique applicable à ces radiations, ont été publiés plusieurs Mémoires relatifs aux mêmes phénomènes. Celui de M. J.-J. Thomson formule des conclusions entièrement conformes aux nôtres; les autres, tels que celui de M. A. Righi, celui de MM. Borgmann et Gerchun et celui de M. H. Dufour, tout en étant d'accord en ce qui concerne la décharge des corps électrisés, quel que soit le signe de leur électrisation, signalent une électrisation produite directement par ces rayons, sans être d'accord, d'ailleurs, sur le signe de cette électrisation, positive d'après M. Righi, négative d'après MM. Borgmann et Gerchun.

» En présence de ces divergences, nous avons cru devoir répéter nos premières expériences, en prolongeant très longtemps l'action du tube de Crookes sur les feuilles d'or de l'électroscope; nous avons constamment observé une chute complète, quel que fût le signe de la charge initiale, et l'absence complète de toute nouvelle divergence ultérieure.

» Craignant un défaut de sensibilité de l'électroscope pour les faibles charges, nous avons employé un nouveau type d'électromètre symétrique à miroir ([2]), toujours complètement enfermé dans une cage métallique communiquant avec le sol; c'est aussi à l'intérieur de cette cage que se trouve, derrière une fenêtre fermée par une feuille d'aluminium, la plaque d'épreuve que l'on charge, au début de chaque expérience, au potentiel de 60 volts environ. La diélectrine qui isole les corps électrisés se trouve absolument à l'abri de toute action de la part du tube de Crookes.

» Dans ces conditions, la décharge a été de nouveau absolument complète et défi-

---

([1]) J'ai été aidé dans quelques-uns de ces essais par mon préparateur, M. Nugues, ingénieur, auquel j'adresse mes remercîments.

([2]) *Voir* la description de cet électromètre dans : *Les Rayons* X *et la Photographie à travers les corps opaques*, par M. Ch.-Ed. Guillaume, p. 89, *fig.* 16. La plaque d'épreuve est figurée par le disque P.

nitive, quel que fût le signe de la charge initiale, et quelle que fût aussi la nature du métal formant la plaque d'épreuve. Car nous nous demandions aussi si les divergences signalées plus haut ne venaient pas de la nature du métal. Donc, si les rayons X peuvent développer une charge électrique dont nous n'avons encore pu observer aucune trace, cet effet ne dépasse pas l'ordre de grandeur des forces électromotrices de contact.

» Mais, au cours de ces nouvelles expériences, nous avons découvert une propriété spécifique nouvelle des différents corps, et particulièrement des métaux, relativement aux rayons X. Les métaux étant pris en disques de même diamètre, et l'influence des variations du tube de Crookes étant éliminée par la méthode des moyennes alternées, nous avons observé que le temps de chute d'un même potentiel à un autre varie avec la nature du métal exposé. C'est aussi le caractère que présente la déperdition de l'électricité sous l'action des rayons ultra-violets.

» Mais l'ordre des différents métaux n'est pas du tout le même dans les deux cas. On sait que, d'après MM. Lenard et Wolf, qui expliquent ces phénomènes par une pulvérisation du métal, l'argent est le plus sensible à la décharge par les rayons ultra-violets; puis viennent l'or, le fer, le plomb, l'étain, le cuivre, le platine, le mercure, le zinc. Or, l'argent et le zinc, qui occupent les deux extrémités de cette liste, sont, au contraire, extrêmement voisins dans celle que nous avons obtenue au point de vue des rayons X, et ils en occupent le milieu avec l'or, le fer, le nickel, le zinc, le laiton, le cuivre rouge. Aux extrémités, nous trouvons, d'un côté, l'aluminium, pour lequel la déperdition est très lente, et, de l'autre, le platine et le mercure, pour lesquels elle est très rapide.

» Voici quelques nombres exprimant la durée d'une même chute de potentiel, en prenant pour unité celle qui concerne le platine :

Zinc et laiton amalgamés	0,96
Platine en plaques minces	1
» en feuilles battues	1,1
Ferro-nickel	1,38
Zinc	1,41
Argent en feuilles battues	1,41
Cuivre rouge	1,48
Argent en plaques	1,53
Aluminium battu	1,92
» en plaques	2,12
Noir de fumée	1,97

» Ces nombres sont évidemment relatifs au tube que nous avons em-

ployé, vu l'hétérogénéité des rayons X que nous avons précédemment démontrée.

» Donc l'aptitude des différents métaux à utiliser l'énergie des rayons X pour la dissipation de l'électricité varie nettement en sens inverse de leur transparence pour ces rayons, puisque l'aluminium est précisément le plus transparent des métaux précédents, le platine et le mercure les plus opaques. Cette aptitude représente donc *une sorte de pouvoir absorbant*, comparable à celui des corps plus ou moins opaques pour les radiations lumineuses et calorifiques.

» De plus, ce pouvoir absorbant a son siège dans la couche superficielle du métal lui-même, car il augmente nettement avec l'épaisseur de ce métal, quand cette épaisseur est encore très faible.

» Le noir de fumée, transparent pour les rayons X, se montre précisément aussi peu absorbant que l'aluminium. C'est ainsi que le temps de décharge pour une plaque de cuivre poli passe de 1,52 à 1,97 quand elle est recouverte de noir de fumée.

» Sans donner encore de ces phénomènes une explication complète, en vue de laquelle nous avons préparé diverses expériences, nous croyons devoir présenter dès maintenant les observations suivantes :

» 1° La théorie de la pulvérisation ne donne pas cette explication, car elle ne paraît pas compatible avec le fait observé par nous, et aussi par M. J.-J. Thompson, que la décharge des métaux électrisés se fait complètement non seulement dans l'air, mais aussi dans un milieu diélectrique solide comme la paraffine.

» 2° La propriété que posséderaient les diélectriques de devenir conducteurs sous l'action des rayons X, propriété formulée par M. J.-J. Thomson, ne suffit pas pour expliquer toutes les circonstances du phénomène, puisque la nature du métal intervient nettement, jusqu'à une certaine profondeur; nous avons observé de plus que le rapport des temps de décharge trouvé pour deux surfaces métalliques différentes n'est pas modifié lorsque ces deux surfaces sont entièrement recouvertes d'une couche de paraffine de même épaisseur. Nous nous disposons à répéter cette expérience en changeant la nature du diélectrique enveloppant.

» Les résultats que nous venons d'exposer nous paraissent indiquer dans quelle voie doivent être désormais dirigées les recherches pour obtenir des préparations plus sensibles que les plaques au gélatinobromure d'argent dans la photographie par les rayons X; les sels de platine, étant

plus absorbants, seront sans doute plus avantageux; c'est ce que nous nous proposons de vérifier ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des rayons Röntgen*. Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann. (Extrait.)

« Les expériences qui ont été entreprises, en vue d'étudier la réfraction des rayons X, ont été effectuées dans l'air à la pression ordinaire et ont donné des résultats négatifs. Déjà, M. Lénard, dans ses recherches sur les rayons cathodiques, n'avait pu observer de déviation que dans le cas où la pression de l'air ne dépassait pas 33^{cm} de mercure, et M. Röntgen opérant sur les rayons X n'a pu mettre en évidence aucune réfraction régulière; néanmoins, des prismes en ébonite et en aluminium ont donné une déviation, assez faible du reste pour être douteuse. Or, si l'air se comporte comme un milieu trouble, on conçoit facilement que, dans de telles circonstances, où il n'y a pas à proprement parler de direction de propagation, mais une diffusion dans tous les sens, on n'ait pu constater la réfraction des rayons X.

» Je me suis proposé d'étudier à nouveau cette question, mais en opérant dans le vide. La disposition expérimentale que j'ai adoptée est la suivante :

» Un tube, dans lequel on peut faire le vide, porte à l'une de ses extrémités une bague métallique, dans laquelle on peut introduire une plaque photographique, tandis que l'autre extrémité, évasée en entonnoir, est munie d'une ampoule de Crookes mastiquée à l'arcanson. Deux diaphragmes successifs définissent la marche des rayons X. Au moyen d'une tige, passant à frottement dur dans une boîte à étoupes, on peut à volonté introduire ou supprimer un prisme placé à la suite.

» J'ai opéré avec un prisme en ébonite; il ne m'a pas été possible de mettre en évidence une déviation nette : cependant il semble que la tache obtenue sur le cliché est légèrement ovale. »

([1]) Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Sur la diffraction et la polarisation des rayons de M. Röntgen.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

« I. Pour obtenir, avec un réseau par transmission à intervalles égaux, des images réelles d'une fente lumineuse [1], on placerait ce réseau en avant d'une image réelle fournie par un faisceau convergent. On ne peut le faire avec les rayons de M. Röntgen, qui divergent à l'extérieur du tube de Crookes et pour lesquels on ne possède pas de lentilles. Pour obtenir des images réelles d'une fente, j'ai diaphragmé par une seconde fente, derrière laquelle est placé le réseau, l'entrée d'une grande chambre noire.

» J'ai employé un réseau de $\frac{1}{10}$ de millimètre, construit par M. Gaiffe avec des fils de platine de près de $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre. La partie inférieure d'un faisceau *lumineux* défini par deux fentes métalliques distantes de $7^{cm},5$ passe au-dessous de la monture métallique du réseau et forme sur le verre dépoli de la chambre noire, à 35^{cm} au delà du réseau, une image réelle de la première fente. La partie supérieure du même faisceau traverse à $2^{cm},5$ derrière la seconde fente le réseau placé sous l'incidence de $45°$, ce qui augmente ici les déviations et les intensités des faisceaux diffractés. Ces derniers ajoutent à l'image directe autant d'images diffractées dont quatre surtout sont bien nettes. Ces cinq images de la première fente supposée peu étroite (1^{mm}) se renforcent en se superposant en partie et forment ainsi une image d'aspect cannelé, plus large de 7^{mm} environ que l'image inférieure sans diffraction.

» On règle le parallélisme des bords des fentes entre elles et aux fils du réseau : pour cela, on réalise le maximum de netteté des franges de diffraction de la seconde fente éclairée par la première rendue fine, puis celui des ombres des fils du réseau données par la seconde fente rendue fine à son tour, la première étant élargie jusqu'à 1^{mm}. On élargit enfin la seconde fente jusqu'à voir disparaître les ombres des fils.

» On remplace la source de lumière éclairant la fente par un tube de Crookes et la plaque de verre dépoli par un châssis chargé et fermé. On a obtenu un cliché très net [2]. On doit chercher à y reconnaître la diffraction par une largeur plus grande de l'image supérieure. *Cette image, si elle dépasse l'image inférieure en largeur ne l'excède certainement pas de plus de $\frac{1}{2}$ de millimètre.* Elle diffère seulement de l'image inférieure dans une largeur de 2^{mm} sur chaque bord où elle présente sept apparences de franges. Mais ces franges apparentes correspondent aux juxtapositions des images des bords de la première fente données par les intervalles transparents auxquels la deuxième fente limite sur le réseau le pinceau de rayons venus de chaque bord de la première.

---

(1) On pourrait utiliser les images réelles des réseaux à intervalles variables.

(2) Le tube de Crookes, construit par M. Chabaud, a fonctionné pendant onze jours, en moyenne cinq heures par jour, sans s'affaiblir sensiblement et en s'échauffant de moins en moins vite.

» D'ailleurs, on remplace le tube de Crookes par la flamme du sel marin; en posant une heure environ à châssis ouvert avec une plaque orthochromatique (sensible au jaune et au vert), on obtient un cliché différent du précédent par une image supérieure cannelée, élargie de plus de 7^{mm}, en négligeant même les parties peu intenses des bords. Or, les apparences de fines franges du premier cliché se retrouvent ici entre les cannelures plus larges, aussi bien, du reste, dans les dernières images diffractées que sur les bords de l'image centrale, et la nature simple de la lumière employée empêche de les regarder comme dues à la diffraction par le réseau; ce sont bien les phénomènes d'ombres expliqués tout à l'heure. Ces mêmes images des bords de la première fente ne sont guère visibles sur les clichés qu'on obtient à châssis ouvert, soit avec la lumière ordinaire du gaz, soit avec la lumière même du tube de Crookes, à cause de la complication que la nature des sources employées imprime aux cannelures de diffraction, surtout si la plaque sensible est orthochromatique.

» L'élargissement par diffraction du faisceau supérieur, s'il existe sur le cliché donné par les rayons de Röntgen, ne dépasse pas $\frac{1}{2}$ millimètre ou à peine $\frac{1}{4}$ de millimètre. Or, un élargissement de $\frac{1}{2}$ millimètre, 14 fois plus faible au moins que celui que donne la lumière de la raie D, correspondrait à une longueur d'onde de $0^{\mu},04$.

» Cela suffit pour conclure : *Les rayons de Röntgen qui ont impressionné la plaque sensible à travers le volet de bois du châssis ne possèdent pas de longueurs d'onde supérieures à 4 centièmes de micron* (¹).

» II. Les rayons de M. Röntgen sont-ils liés à un vecteur soit longitudinal, soit transversal et, dans ce dernier cas, comment les polariser?

» On ne peut songer actuellement à les polariser par réflexion, ni par réfraction, ni sans doute par diffraction. L'émission et la diffusion seraient peut-être à essayer. Il est, en tout cas, plus simple de tenter de les polariser *par absorption*.

» Soient deux lames cristallines, d'épaisseurs voisines, parallèles à l'axe, superposées avec leurs axes parallèles. Partageons la surface de la lame supérieure en deux moitiés et faisons tourner l'une d'elles de 90°. Le système des trois lames réalise à la fois l'analogue des tourmalines croisées et des tourmalines parallèles. Avec une *lumière monochromatique* l'amplitude 1 devient, au sortir d'une lame, pour les composantes perpendiculaire et parallèle à l'axe, respectivement o et e, qui diffèrent s'il y a di-

(¹) Les premiers clichés obtenus à 80^{cm} ou à 90^{cm} du réseau, donneraient 1 ou 2 centièmes de micron pour cette limite supérieure si leur défaut d'intensité n'empêchait d'en tirer une conclusion bien sûre. Dans le premier essai, la première fente était assez fine pour donner des franges de diffraction avec la seconde en lumière ordinaire (aussi bien dans les spectres diffractés que dans l'image directe). Avec les rayons de M. Röntgen, ces franges de diffraction ont disparu, comme cela avait déjà été observé par M. J. Perrin dans le cas de 2 fentes seulement, distantes de 5^{cm} avec une plaque à 10^{cm} au delà (*Comptes rendus* du 27 janvier 1896, p. 187 de ce Volume).

chroïsme. La plage des sections principales parallèles laisse passer une intensité dont l'excès sur celle de l'autre plage est mesuré par $(o^2 - e^2)^2$.

» D'ailleurs pour les différences $(o - e)$, de signes peut-être différents, relatives à différentes longueurs d'onde, les différences d'intensité correspondantes s'ajoutent toujours en faveur de la plage où les sections principales sont parallèles.

» J'ai recherché si l'effet se produit avec les rayons de M. Röntgen en disposant de tels systèmes de trois lames sur le double de papier noir qui recouvre la plaque sensible. Le temps de pose s'est élevé jusqu'à plusieurs heures. Les clichés obtenus *avec l'intensité désirable* n'ont pas révélé de dichroïsme sensible :

Corps employés.	Quartz.	Spath.	Tourmalines brunes (¹).	Mica.	Ferrocyanure de potassium.
Épaisseurs de chaque lame.	$0^{mm},03$	$0^{mm},4$	$0^{mm},5$	$0^{mm},2$	$0^{mm},4$ à 2^{mm}

» Une précaution est indispensable pour éliminer l'influence d'une petite différence de nature comme il est arrivé pour les tourmalines : on fait tourner de 90° sur place chacune des deux demi-lames supérieures de manière que les plages des sections principales parallèles et des sections croisées s'échangent mutuellement. Une différence d'intensité due au dichroïsme doit suivre, dans son déplacement, le parallélisme des sections principales. Or, la très petite différence d'intensité, aperçue avec les tourmalines, persistait toujours sur la même demi-lame.

» Si la méthode se prête à un contrôle aussi facile et se trouve indépendante de la complexité des radiations employées, elle n'est pas, malheureusement, bien sensible. On voit aisément, *dans le cas de la lumière,* que, pour déceler une différence de $\frac{1}{10}$ par exemple, entre l'unité et le rapport $\frac{o}{e}$, il faudrait que la photographie pût révéler une différence relative de $\frac{1}{50}$ entre les intensités lumineuses qui impressionnent les deux plages contiguës, ce qui dépasse déjà beaucoup ce qu'on peut espérer.

» On ne saurait donc tirer de ces expériences négatives de dichroïsme un argument de grande valeur en faveur de l'hypothèse d'un vecteur longitudinal. Elles ajoutent seulement une distinction particulière de plus entre les rayons X et les rayons lumineux que nous connaissons (²). »

(¹) Ces lames de quartz, de spath et de tourmalines, fournies par M. Verlain, étaient parallèles à l'axe. Les lames de mica et de ferrocyanure étaient obtenues par clivage.

(²) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne, en février et mars.

J'avais déjà réalisé quelques-unes de ces expériences, quand M. J.-J. Thomson a publié, dans le numéro du 27 février du journal *The Nature*, dont je viens d'avoir connaissance, la même expérience négative dans le cas de la tourmaline.

PHYSIQUE. — *Photographies stéréoscopiques obtenues avec les rayons* X. Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« Il peut être quelquefois utile, en vue d'une intervention chirurgicale possible, d'obtenir des photographies stéréoscopiques qui permettraient de juger la position et la direction d'un corps étranger, un fragment d'aiguille par exemple, situé au sein des tissus. Nous avons obtenu de semblables photographies par le dispositif suivant :

» La partie du corps à photographier, la main par exemple, est disposée sur une lame métallique percée en son milieu d'une assez large ouverture, en face de laquelle doit se trouver la région qui contient le corps étranger. La lame est d'ailleurs inclinée par rapport à la normale menée, par le centre du diaphragme, à la surface utilisée du tube de Crookes, et l'on dispose au-dessous d'elle la plaque sensible dont la seule partie qui puisse dès lors être influencée est celle qui se trouve au-dessous de l'ouverture de la lame métallique. Après un temps de pose suffisant, on fait glisser la plaque sensible de manière que sa partie impressionnée se trouve maintenant au-dessous de l'ouverture de la plaque métallique; on incline cette lame et la plaque sensible du même angle que précédemment, mais en sens inverse, et l'on actionne de nouveau le tube pendant le même temps. Les deux épreuves obtenues ainsi, placées à une distance convenable l'une de l'autre dans un stéréoscope, donnent très nettement la sensation du relief ou de la direction du corps étranger.

» C'est par ce procédé qu'ont été obtenues les épreuves stéréoscopiques jointes à cette Note. »

PHYSIQUE. — *Détermination à l'aide des rayons* X *de la profondeur où siège un corps étranger dans les tissus.* Note de MM. **Abel Buguet** et **Albert Gascard**, présentée par M. H. Moissan.

« Lorsqu'on applique les rayons X à la recherche de corps étrangers dans les tissus, il est intéressant de connaître la profondeur où ils siègent. A côté des méthodes de projection dans des plans différents, souvent inapplicables, nous avons employé la suivante.

» Une première expérience nous avait indiqué l'existence d'une aiguille à l'intérieur d'une main. Nous avons alors dirigé sur la main les rayons X de deux sources, empruntées à deux tubes différents, ou à un seul portant un diaphragme percé de deux trous. La droite qui joignait les deux sources était dans le plan passant par l'extrémité de l'aiguille et perpendiculaire à la plaque photographique sur laquelle la

main était posée. On mesurait la distance des sources et leur distance commune à la plaque.

» Après impression, le développement donne deux pénombres de l'aiguille. On mesure la distance des pénombres fournies par l'extrémité de l'aiguille. Un calcul simple donne la distance de cette extrémité à la plaque, et par conséquent sa profondeur sous l'épiderme.

» On obtiendrait de même la profondeur de l'autre extrémité de l'aiguille.

» Une seule opération suffira souvent, et en particulier si l'on a affaire à un corps étranger de petites dimensions. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences relatives à l'action des rayons* X *sur un* Phycomyces. Note de M. **L. Errera**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

« La Mucoracée *Phycomyces nitens* se courbe, comme on sait, quand elle subit l'influence asymétrique de beaucoup d'agents extérieurs, parmi lesquels il faut ranger, d'après Hegler, les ondes électriques de Hertz. On pouvait donc se demander si elle présenterait une courbure en étant exposée, par l'une de ses faces, aux rayons X de Lenard et de Röntgen.

» Les expériences que j'ai faites pour élucider cette question, au laboratoire de Physique et à l'Institut Solvay (Université de Bruxelles), ont donné un résultat négatif : je n'ai pu constater aucune sensibilité du *Phycomyces* vis-à-vis de ces radiations. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons Röntgen*. Note de M. **Charles Henry** (1).

« Il me semble possible, à l'heure actuelle, de coordonner les résultats acquis sur les rayons X et de les rattacher dans leurs grandes lignes, au moins par des relations qualitatives, à des faits connus.

» Il est presque certain que les rayons X sont des rayons ultra-ultraviolets, c'est-à-dire à vibrations transversales. Ils ne présentent pas, il est vrai, d'interférences : mais c'est ce qui doit avoir lieu, d'après la théorie de Fresnel perfectionnée par Kirchhoff, pour les longueurs d'onde tendant vers zéro. Ils ne se réfractent pas; mais Wüllner a proposé une formule de la dispersion exprimant l'indice de la réfraction n en fonction de la

---

(1) Cette Communication était parvenue à l'Académie lundi dernier 23 mars, trop tard pour être insérée aux *Comptes rendus*.

longueur d'onde, d'où il ressort que $n = 1$ pour $\lambda = 0$; il se produit pour les petites longueurs d'onde une régression des réfrangibilités ([1]); comme il n'y a pas réfraction, il ne peut y avoir double réfraction, ni polarisation pour ces rayons. Ils illuminent les corps phosphorescents; or, d'après la loi de Stokes, ces corps ne peuvent s'illuminer qu'en absorbant des radiations de nombres de vibrations plus grands que celles qu'ils émettent; donc les rayons X doivent être ultra-violets. Ils déchargent, comme ceux-ci, les corps électrisés. A ce propos il convient d'observer que les théories de Maxwell sont impuissantes à expliquer aussi bien la décharge par les rayons X que la décharge par les rayons ultra-violets.

» Les rayons cathodiques ne sont vraisemblablement pas autre chose que des rayons Röntgen compliqués de convection de matière (courant unique de l'anode à la cathode ou double courant de deux matières résultant de la décomposition électrolytique du milieu, peu importe). On sait qu'une telle convection produit les mêmes effets électro-magnétiques qu'un courant constant; or, un circuit, traversé par un courant constant et placé à proximité du pôle d'un aimant, est sollicité par une force perpendiculaire au plan du circuit et du pôle; donc l'aimant déviera ce qui, dans le rayon cathodique, est assimilable à un courant constant; il ne déviera pas le rayon Röntgen, lieu géométrique de vibrations transversales qui ont tous les caractères de courants alternatifs.

» Cette conception explique bien une expérience de MM. Gossart et Chevalier : l'arrêt des ailettes du radiomètre sous l'influence des radiations de l'ampoule de Crookes et leur décalage sous l'influence de l'aimant. Le radiomètre, d'ordinaire, ne subit l'action, ni des aimants, ni des courants ([2]); on admet généralement que le mouvement des ailettes est dû à une inégalité de pression des particules matérielles frappant les deux faces opposées. Si le radiomètre est frappé par des rayons cathodiques qui se transmettent à travers le verre de l'ampoule, soit directement, soit en rendant fluorescente cette enveloppe, il y a convection de matière; cette convection peut neutraliser la convection causée par une source chaude : d'où arrêt des ailettes. Si alors on introduit un aimant dans le champ, les rayons cathodiques sont déviés; ils ne frappent plus les ailettes aux mêmes

---

([1]) M. Raveau a présenté le 7 février à la Société de Physique des considérations de cet ordre, fondées sur la dispersion anomale.

([2]) *Comptes rendus,* 10 février, p. 316. Mais je dois noter que M. J. Rydberg énonce la proposition contraire (*Comptes rendus,* 23 mars, p. 715).

points et l'équilibre ne pourra se rétablir que pour une nouvelle position des ailettes.

» D'après ces considérations, les rayons X redeviennent en partie cathodiques en repassant de l'air dans le milieu raréfié de l'ampoule (¹); réciproquement, en passant par des milieux trop denses, les rayons cathodiques se transforment en rayons X, à la manière des bolides qui, arrêtés par l'atmosphère, deviennent lumineux. Il y a donc, avec la distance parcourue, accroissement de la proportion des rayons X dans la radiation; on s'explique très bien ainsi la contradiction apportée par ces rayons à la loi logique de l'absorption, qui doit croître en progression géométrique, l'épaisseur croissant en progression arithmétique; il se peut encore que, le coefficient d'absorption étant très petit, on puisse, en développant l'exponentielle suivant les puissances de l'épaisseur, négliger, pour une épaisseur encore grande, toutes les puissances supérieures à la première.

» Cela posé, sans entrer dans la critique d'expériences récentes poursuivies en vue de prouver l'émission de rayons X par le Soleil, on peut admettre que toutes les sources de lumière suffisamment intenses émettent de ces rayons, mais très peu comparativement à l'ampoule de Crookes. Il est probable que les insuccès photographiques, rencontrés parfois avec les corps phosphorescents insolés, tiennent à l'absorption que les rayons X, comme les rayons ultra-violets, subissent de la part de l'atmosphère, absorption sensiblement proportionnelle, pour les premiers, à la densité des couches traversées et à l'épaisseur de chaque couche (²). Les corps phosphorescents jouent, à l'égard des rayons X émis par le Soleil, le même rôle que le noir de fumée à l'égard des radiations calorifiques obscures; ils les condensent, puis, en vertu de la loi de Stokes, les transforment en radiations d'un moindre nombre de vibrations. Ces vibrations, qui traversent également les corps opaques, comme je l'ai démontré le premier, se réfractent (expériences de M. Henri Becquerel), ce qui doit être, puisqu'elles s'éloignent sensiblement de $\lambda = 0$.

» Tout le monde savait qu'on peut faire produire à un corps des radiations de très courte longueur d'onde soit en le chauffant vivement, soit en dépensant sur lui, à la température ordinaire, beaucoup de travail (choc

---

(¹) M. Lagrange n'a constaté aucune déviation des rayons X par un champ magnétique quand ils traversent le vide de Crookes; mais on sait que la déviation des rayons cathodiques ne s'observe nettement que dans l'air raréfié.

(²) Battelli et Garbasso.

de deux corps froids produisant une étincelle), soit, dans le cas d'un corps phosphorescent, en exposant ce corps à une source riche de radiations complexes. En exposant à des oscillations électriques des corps fluorescents (les gaz raréfiés, le verre de l'ampoule, la gélatine de la plaque photographique), M. Röntgen a montré qu'on leur fait émettre des radiations photographiques douées de propriétés singulières qui semblent parfaitement convenir à des ondulations de période extrêmement courte. Ce fait nous force simplement à élargir, en vue du calcul, les cadres théoriques et apporte une donnée de plus au problème de la phosphorescence. »

PHYSIQUE. — *Réponse à des observations de M.* Henri Becquerel *relatives à une Note « Sur le principe d'un accumulateur de lumière »*; par M. **Charles Henry**.

« Dans une Note communiquée à la dernière séance, M. H. Becquerel écrit que le fait de l'empêchement de l'émission lumineuse des corps phosphorescents par les froids intenses, fait relaté dans ma dernière Note, est « un des plus anciennement connus ». Ce savant académicien cite à l'appui de son assertion trois sources : 1° *La Lumière*, de M. Edm. Becquerel, tome I, page 390; 2° un Mémoire de M. H. Becquerel (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 557); 3° un Mémoire de M. Raoul Pictet (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 527).

» En ce qui concerne la première de ces sources, je dois répondre que l'auteur, loin d'indiquer l'obscurcissement des corps phosphorescents par le froid, écrit ces lignes : « ... il suffit de placer les sulfures phosphorescents dans une capsule et de les soumettre à un abaissement de température; après leur insolation ils *luisent vivement*... », ce qui est le contraire de mon assertion, et cependant l'auteur expérimentait aux mêmes températures que moi, voisines de —20°.

» Dans la deuxième source on ne retrouve, page 561, que le fait bien connu de la précipitation de l'émission lumineuse par la chaleur. M. Henri Becquerel note bien (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 66) que « par le refroidissement la phosphorescence est en quelque sorte engourdie, paralysée »; mais il s'agit de corps qui, après avoir été portés préalablement à une haute température se refroidissent librement dans l'obscurité.

» Pour ce qui concerne M. Raoul Pictet, il est incontestable que ce sa-

vant a découvert l'obscurcissement à -100° du sulfure de calcium, du sulfure de baryum, du sulfure de strontium, préalablement excités à la lumière.

» A côté de M. Pictet, il convient d'ailleurs de citer M. Dewar (*Chemical news*, 1894); le fait était certainement facile à prévoir; mais il me reste, ce me semble, d'avoir démontré, le premier, que l'obscurcissement est déjà très notable, pour mon sulfure de zinc phosphorescent, aux températures voisines de -20°, c'est-à-dire à des températures facilement réalisables : le seul point intéressant dans le problème *pratique* d'un accumulateur de lumière. J'ai constaté depuis que l'on obtient un obscurcissement encore plus notable même, à des températures moins basses, sur des sulfures de zinc calcinés à certaines températures moyennes qu'il s'agit de préciser. L'idéal serait de trouver un corps phosphorescent qui, brillant aux températures vulgaires, s'obscurcirait aux températures voisines de zéro. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la réponse de M.* Charles Henry; par M. **Henri Becquerel.**

« Dans la réponse que M. Charles Henry a cru devoir faire à mes observations, l'auteur cite une phrase d'un Ouvrage de mon père, qui paraît être en contradiction avec le principe dont il s'occupe, et qui cependant est l'expression d'un fait d'expérience.

» C'est qu'en effet il existe, pour les divers corps phosphorescents, des températures particulières pour lesquelles l'émission de la lumière, et, plus exactement, l'émission de certaines radiations particulières est maximum : avec un certain corps, ce sera à -20°; avec un autre, ce sera $+100^\circ$. Si l'on illumine le premier à -20°, il sera plus lumineux par phosphorescence qu'à toute autre température supérieure ou inférieure; si l'on illumine le second à la même température de -20°, il sera beaucoup plus sombre qu'à la température ordinaire. M. Charles Henry eût trouvé ces renseignements cinq lignes avant la phrase qu'il se borne à citer. Les effets sont différents si l'on refroidit d'abord les substances pour les exciter ensuite, ou si on les excite d'abord à une certaine température pour abaisser ensuite cette température.

» Quant au principe lui-même dont M. Charles Henry s'attribue l'expression, nous le regardions depuis longtemps comme une vérité acquise,

et, en 1883, je le résumais ainsi (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 66) : « Cette expérience montre bien clairement que, *par le* » *refroidissement*, la phosphorescence est, en quelque sorte, engourdie, pa- » ralysée, mais non détruite, et que la substance conserve alors, dans ces » conditions, la faculté de devenir lumineuse lorsqu'elle est portée de nou- » veau à la température initiale. »

» Cette même idée a été développée dans les *Comptes rendus*, t. CXII, p. 562, où l'on trouve la conclusion suivante : « Cette portion latente de » l'énergie emmagasinée dans les corps paraît y rester d'une manière per- » manente si le corps est maintenu à une température égale ou *inférieure* à » la température considérée. »

» Ces termes sont, je pense, assez précis pour clore toute discussion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Safrol et isosafrol. Synthèse de l'isosafrol.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« On donne habituellement au safrol et à l'isosafrol les formules de constitution suivantes :

$$C^6H^3\begin{cases}(1)O\\(2)O\end{cases}\!\!>CH^2 \quad \text{—} \quad (4)CH^2-CH=CH^2$$

Safrol.

$$C^6H^3\begin{cases}(1)O\\(2)O\end{cases}\!\!>CH^2 \quad \text{—} \quad (4)CH=CH-CH^3$$

Isosafrol.

» Le premier de ces deux isomères est envisagé ainsi comme un dérivé allylique, et le second comme un dérivé propénylique de la méthylène-pyrocatéchine. Le groupement méthylène-pyrocatéchine $\begin{matrix}-O\\-O\end{matrix}\!\!>CH^2$ existe réellement, et à la place indiquée, dans la molécule de safrol et d'isosafrol ; le safrol est, en effet, le point de départ de la fabrication industrielle du pipéronal $C^6H^3\begin{cases}(1)O\\(2)O\\(4)CHO\end{cases}$ (avec $(1)O$ et $(2)O$ liés à CH^2). Quant à la forme du radical non saturé C^3H^5 dans l'un et l'autre cas, la meilleure raison à invoquer en faveur des formules ci-dessus est la transformation, sous l'influence de la potasse, du safrol bouillant à 232° en isosafrol bouillant à 248°, transformation qui a été réalisée pour la première fois par MM. Grimaux et

Ruotte [1], et qui rappelle très fidèlement le passage, dans les mêmes conditions, de l'eugénol, dérivé allylique bouillant à 247°, à son isomère l'isoeugénol, dérivé propénylique bouillant à 263°.

» C'était là une pure manière de voir; il importait de la ratifier par la synthèse directe du safrol et de l'isosafrol. Tel est le but que je me suis proposé.

» Le premier composé qu'il fallait d'abord obtenir est la méthylène-pyrocatéchine

$$C^6H^4 \begin{matrix} \diagup (1)\,O \diagdown \\ \diagdown (2)\,O \diagup \end{matrix} CH^2,$$

noyau commun aux deux isomères et au pipéronal. J'y suis parvenu en faisant réagir l'iodure de méthylène sur la pyrocatéchine disodée. C'est un liquide huileux, incolore, à odeur aromatique, qui bout à 172°-173°, et qui a pour densité à 0° 1,202

$$(C = 68,53 \text{ et } 68,10;\quad H = 5,02 \text{ et } 5,11.\quad \text{Calculé : } C = 68,80;\quad H = 4,91).$$

La méthylène-pyrocatéchine, traitée par l'iodure d'allyle et la poudre de zinc, donnerait sans doute le safrol, comme le vératrol donne le méthyleugénol (Ch. Moureu). Les faibles rendements obtenus dans sa préparation ne m'ont pas permis jusqu'ici d'effectuer cette réaction. Par contre, j'ai pu reproduire synthétiquement l'isosafrol.

» Si l'isosafrol est bien la (4) propényl-(1.2) méthylène-pyrocatéchine, on doit pouvoir l'obtenir par l'action de la chaleur sur l'acide méthylène-homocaféique

$$C^6H^3 \begin{matrix} \diagup (1)\,O \diagdown \\ -(2)\,O \diagup \\ \diagdown (4)\,CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CO^2H. \end{matrix} CH^2$$

» Ce composé se prépare facilement en chauffant, au réfrigérant à reflux, un mélange de pipéronal, d'anhydride propionique et de propionate de soude sec (réaction de Perkin). Il est à peine soluble dans l'eau bouillante et cristallise dans l'alcool à 80° en petites aiguilles fusibles à 198°-199° (C = 64,09 et 63,77; H = 5,1 et 5,09. Calculé : C = 64,07; H = 4,85). Le sel d'argent cristallise dans l'eau bouillante en fines aiguilles blanches, légèrement rosées (Ag = 34,45; calculé 34,5). Le produit de Lorenz [2] fondait à 192°-194°.

» Lorsqu'on chauffe progressivement l'acide méthylène-homocaféique, il fond d'abord et perd ensuite, à partir de 270°, de l'acide carbonique; il distille, à une température plus élevée, en partie inaltéré, en laissant un résidu abondant et résineux. La réaction n'est d'ailleurs pas plus normale quand on opère dans le vide. Si l'on fait un mélange intime de l'acide non saturé avec la quantité théorique de chaux anhydre,

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. II, p. 465.

(2) *Berichte*, XIII, 759.

et qu'on le soumette à la distillation sèche, par portions de 3^{gr} à 4^{gr}, à la pression ordinaire ou sous pression réduite, il passe quelques gouttes d'une huile à odeur d'isosafrol.

» Il nous a été impossible, avec de si faibles quantités, d'identifier le produit avec l'isosafrol naturel. M. Eykmann [1], dans un Mémoire dont nous avons eu connaissance lorsque ce Travail était déjà terminé, dit avoir obtenu un liquide huileux jaune, à odeur aromatique, dont il n'a pu, faute de substance, déterminer que très imparfaitement le point d'ébullition (240°-245°), et qui lui a donné, pour la densité de vapeur, le chiffre 80,25 au lieu du chiffre théorique 81.

» Après avoir été arrêté pendant longtemps par la même difficulté que M. Eykmann, j'ai été assez heureux pour pouvoir la tourner, et cela, de la façon suivante :

» Lors de la préparation de l'acide méthylène-homocaféique, si l'on fait communiquer l'atmosphère du ballon avec un vase contenant de l'eau de baryte, celle-ci se trouble abondamment, avec précipitation de carbonate de baryte, et il se forme en même temps de notables quantités d'isosafrol. Le mécanisme de la réaction est facile à expliquer. La température du mélange est de 200° environ, et cette température est suffisante pour permettre la décomposition lente de l'acide non saturé; l'anhydride propionique en excès protège l'isosafrol, lui sert de MATELAS à mesure qu'il prend naissance, et l'empêche de se résinifier. Voici d'ailleurs comment il convient d'opérer :

» On chauffe pendant quatre à cinq heures, au réfrigérant à reflux, un mélange de pipéronal (50^{gr}), de propionate de soude sec (50^{gr}), et d'anhydride propionique (60^{gr}). La masse pâteuse est ensuite versée dans un excès d'eau, et le tout chauffé quelques instants à l'ébullition pour décomposer l'anhydride en excès. On laisse refroidir, on décante la liqueur claire, et l'on essore le produit solide à la trompe. Il se sépare une huile jaune rougeâtre, qu'on enlève complètement par un lavage à l'alcool et à l'éther. Le corps solide, d'abord jaunâtre, est maintenant blanc; c'est l'acide méthylène-homocaféique (poids 32^{gr}). Quant à l'huile jaune rougeâtre, elle est constituée presque tout entière par l'isosafrol. On la chauffe dans un courant de vapeur d'eau en liqueur alcaline. L'isosafrol entraîné (19^{gr}) est séché sur le chlorure de calcium et distillé. Après trois rectifications, il passe presque tout entier (16^{gr}) à 248°,5-250°,5. Il a l'odeur franche d'isosafrol, avec lequel je l'ai identifié très complètement.

» 1° *Combustion :*

	I.	II.	Calculé.
H pour 100..........	6,59	6,59	6,17
C pour 100..........	74,32	74,30	74,74

» 2° Densité à 0° : Isosafrol synthétique (248°,5-250°,5), $D_0 = 1,135$; isosafrol naturel (248°-251°), $D_0 = 1,136$.

» 3° Indice de réfraction à 20° : Isosafrol synthétique, $n_D = 1,5743$; isosafrol naturel, $n_D = 1,5733$.

» 4° Comme l'isosafrol naturel, le corps synthétique fournit, à l'oxydation par le permanganate, de l'acide pipéronylique (MM. Ciamician et Silber) fusible à 227°, et,

(1) *Berichte*, XXII, 2749.

à l'oxydation par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, un mélange de pipéronal et d'aldéhyde.

» 5° Enfin, l'isosafrol synthétique donne, quand on le traite par le brome en solution sulfocarbonique, un corps blanc, cristallisé en fines aiguilles, brillantes, fusibles à 109°-110°, et identique au tribromoisosafrol $C^{10}H^9Br^3O^2$ de MM. Ciamician et Silber.

» *Conclusions*. — La synthèse de l'isosafrol en partant de l'acide méthylène-homocaféique établit sa constitution d'une façon indiscutable; elle montre que ce composé est bien la propénylméthylène-pyrocatéchine. Si l'on procède par voie d'exclusion, le safrol sera l'allylméthylène-pyrocatéchine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le citronnellal et son isomérie avec le rhodinal.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Dodge a découvert, dans l'essence de citronnelle (*Andropogon nardus*), une aldéhyde $C^{10}H^{18}O$ (*Amer. chem. journ.*, octobre, 1889); le même produit a été ensuite vendu par la maison Schimmel, sous le nom de *citronnellone*.

» M. Semmler a trouvé, dans l'essence de mélisse allemande, un composé qui lui a semblé identique à la citronnellone de Schimmel (*D. chem. G.*, t. XXVI, p. 209); il a fait voir que ces deux produits étaient formés non par une acétone, mais par une aldéhyde à laquelle il a donné le nom de *citronnellal*. Cette aldéhyde, qu'il a retrouvée également dans l'essence d'*Eucalyptus maculata*, variété *citriodora*, lui a fourni plusieurs dérivés, notamment l'acide correspondant. Une oxydation plus avancée lui a fourni un acide bibasique $C^7H^{12}O^4$ fondant à 82°-83°, qu'il a tenu pour différent de l'acide β-méthyladipique, malgré le voisinage des points de fusion (*D. chem. G.*, t. XXVI, p. 2254).

» On a annoncé également que cette même aldéhyde existait dans le citral de l'essence de citron, ce dont nous avons démontré l'inexactitude dans une précédente Note.

» Nous avons opéré sur une essence dénommée *essence de citronnelle, mélisse des Indes*, provenant de la maison Roure, Bertrand fils, de Grasse; nous l'avons soumise à la distillation fractionnée sous une pression de 10^{mm}. La portion 85°-100°, peu abondante (15 pour 100 environ), traitée par le bisulfite, a fourni sans difficulté un liquide incolore bouillant à 92° sous 10^{mm}, et dont la composition répond à la formule $C^{10}H^{18}O$; sa semicarbazone forme de belles lamelles micassées, très solubles dans tous les dissol-

vants neutres, sauf l'éther de pétrole, moins solubles dans l'alcool à 50°, qui l'abandonne en cristaux fondant à 82°. Ce composé, le seul qui prenne naissance dans l'action de la semicarbazide sur le citronnellal, pourra servir à le caractériser.

» Nous avons répété la préparation de l'acide citronnellique au moyen de l'oxime, puis du nitrile du citronnellal. Il était important de caractériser cet acide et de le différencier de son isomère, l'acide rhodinique. Pour cela, nous l'avons transformé en paratoluide; cette combinaison distille sans altération à 230° sous 10mm et cristallise bientôt après; elle est très soluble dans les dissolvants organiques, sauf l'éther de pétrole; on l'obtient cristallisée en longues et fines aiguilles incolores, par dissolution dans l'alcool à 80° bouillant; elle fond à 95° (la paratoluide de l'acide rhodinique fond à 80°,5). Ces deux acides sont donc différents.

» L'oxydation profonde du citronnellal nous a fourni, outre le même acide citronnellique, un acide bibasique identique à celui décrit par Semmler et de la diméthyliétone que nous avons caractérisée par la formation d'iodoforme; nous avons constaté, contrairement à l'assertion du savant allemand, que l'acide bibasique, obtenu dans l'oxydation du citronnellal n'était autre que l'acide β-méthyladipique; nous l'avons pu caractériser au moyen de son anilide fondant à 118°.

» La formation d'acétone et d'acide β-méthyladipique dans l'oxydation du citronnellal ne permet de lui donner que l'une des deux formules

$$\text{(I)}\qquad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - \overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{CH}} - CH^2 - CH^2 - COH.$$

$$\text{(II)}\qquad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{CH}} - CH^2 - COH.$$

» Or, la formule (II) est celle du rhodinal, nous l'avons précédemment démontré; de plus, le rhodinal est différent du citronnellal, puisque les acides correspondants sont différents; le citronnellal doit donc posséder la formule (I). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les macroblastes des huîtres : leur origine et leur localisation.* Note de M. **Joannes Chatin.**

» Dans une récente Communication ([1]), j'ai montré avec quelle fréquence et quelle intensité la phagocytose s'exerce chez les huîtres, m'attachant en même temps à faire connaître quels sont ses agents et quel rôle leur incombe. Si instructifs qu'ils soient en eux-mêmes, ces faits le devien-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 24 février 1896.

nent davantage encore par la lumière qu'ils jettent sur certains points demeurés obscurs. Telles sont les questions relatives à la véritable nature des macroblastes et à la singulière localisation qu'ils peuvent offrir.

» En établissant ([1]) que ces éléments sont le siège du chromatisme (verdissement, brunissement. etc.), j'avais cru devoir réserver tout ce qui concernait leur origine histique. Les observateurs qui ont confirmé les résultats de mes recherches ont généralement considéré ces cellules comme épithéliales; parfois on a même accentué cette assimilation en les décrivant comme glandulaires. De l'ensemble des études que je poursuis depuis plus de trois ans, je crois pouvoir conclure que ces éléments sont de nature conjonctive. Leur structure intime, leur aspect, le grand diamètre qu'ils atteignent si rapidement, leurs adaptations fonctionnelles, tous leurs caractères se réunissent pour légitimer cette origine, dont je donnerai bientôt de nouvelles preuves.

» Actuellement, je me hâte de répondre à l'objection qui pourrait être tirée de leur situation : enchâssés dans l'épithélium, les macroblastes ne doivent-ils pas, par ces rapports mêmes, lui appartenir?

» Je ferai d'abord observer que, pour être fréquente, cette localisation intra-épithéliale n'est nullement constante. On découvre souvent des macroblastes en dehors de l'épithélium, dans le tissu conjonctif sous-jacent : le fait est facile à constater chez l'huître portugaise (*Gryphea angulata*); il suffit même d'y comparer les macroblastes aux cellules ambiantes pour reconnaître leur parenté. Vraisemblablement, cette dissémination des macroblastes doit se généraliser chez certains Lamellibranches.

» D'autre part, la pénétration de cellules conjonctives dans un épithélium ne saurait être maintenant regardée comme anormale; elle tend même à se présenter fréquemment en Histologie zoologique : non seulement on la constate journellement chez les Annélides et les Arthropodes, mais on l'a même signalée chez plusieurs Mollusques.

» Loin d'infirmer l'origine conjonctive, les relations de contiguïté ou de voisinage viennent donc la confirmer. S'il était nécessaire d'en donner une nouvelle démonstration, je l'emprunterais à l'histologie de l'huître dite de la Côte-Rouge, très recherchée à Paris depuis quelques années. Exceptionnellement « grasse », cette huître témoigne d'une nutrition surabondante; la phagocytose s'y exerce activement; de même pour la prolifération des éléments conjonctifs et leur rapide accroissement. Or, en de semblables

([1]) *Comptes rendus*, séances du 6 février 1893 et du 22 avril 1895.

conditions, on ne trouve pas seulement les macroblastes sous-épithéliaux aussi nombreux que les macroblastes intra-épithéliaux ; on observe, dans le tissu sous-épithélial, des strates de cellules géantes, identiques aux macroblastes, s'en différenciant d'autant moins que la pigmentation de ceux-ci est toujours assez faible chez cette huître. L'origine commune se trouve donc établie de la façon la plus évidente.

» J'aborde maintenant la seconde question que je me propose de traiter dans cette Note. Il s'agit de la singulière station que les macroblastes occupent chez certaines huîtres, où ils se répartissent spécialement au sommet des papilles branchiales.

» Cette localisation s'affirme surtout chez les huîtres aptes à se pigmenter facilement et avec intensité ; c'est ainsi qu'elle est facile à constater sur les huîtres dites de Marennes, comme le montrent les préparations et photographies que j'ai mises sous les yeux de l'Académie en février 1893. J'ai longtemps cherché la cause de cette répartition apicilaire et n'ai pu me l'expliquer que récemment par l'étude de la phagocytose ; de cette étude, il ressort, en effet, que le sommet des papilles représente le point de moindre résistance de l'épithélium, partant le lieu d'élection des cellules conjonctives qui émigrent dans ce tissu. On le reconnaît aisément en suivant la marche des phagocytes dans les lamelles branchiales : c'est surtout vers le sommet des papilles qu'ils se dirigent et c'est à ce niveau qu'ils écartent le plus promptement les cellules épithéliales, pour se loger entre elles ou gagner l'extérieur. Si le sommet est déjà occupé par un macroblaste sédentaire et adapté à la fonction chromatique, deux cas peuvent se présenter : ou bien l'exode des phagocytes s'opérera sur les flancs de la papille, par attaque plutôt que par écartement ; ou bien le macroblaste lui-même sera dilacéré par les phagocytes et ses granulations pigmentaires se dissémineront dans le tissu ambiant, comme je l'ai décrit précédemment. Je dois ajouter que, de ces deux cas, le premier est le plus fréquent, les phagocytes s'attaquant rarement aux macroblastes,

» On peut établir, expérimentalement, que le minimum de cohésion du tissu épithélial se trouve au sommet des papilles ; en plaçant la préparation sous le compresseur et en faisant agir lentement celui-ci, on ne tarde pas à voir les macroblastes apicilaires gagner peu à peu l'extérieur, sortant de l'assise épithéliale, qui demeure intacte. Une nouvelle démonstration se trouve ainsi fournie de l'origine des macroblastes : étrangers à l'épithélium, simplement accolés à ses cellules, ils s'en séparent sous la moindre pression, tandis que ce tissu conserve son intégrité normale.

» De l'ensemble de ces faits, soit d'observation, soit d'expérimentation, se dégagent les deux conclusions suivantes : 1° Les macroblastes sont d'origine conjonctive; 2° La localisation fréquente de ces éléments au sommet des papilles branchiales se trouve en rapport avec la faible résistance de l'épithélium sur cette région apicilaire. En rapprochant ces notions nouvelles de celles qui ont été exposées dans mes Communications précédentes, on voit qu'elles sont étroitement connexes et se corroborent respectivement. »

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports des Lépismides myrmécophiles avec les Fourmis*. Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Emile Blanchard.

« Les nombreuses espèces d'animaux qui vivent dans les fourmilières et que l'on qualifie, pour cette raison, de *Myrmécophiles*, ont, avec les Fourmis, des rapports très variés (¹).

» Un certain nombre de Staphylinides, tels que *Myrmedonia funesta*, étudiés en particulier par Wasmann, capturent les Fourmis à l'entrée de leurs galeries, ou les larves, dans les profondeurs du nid, et les dévorent (*myrmécophagie*).

» Des Nématodes (²) viennent s'installer dans les glandes pharyngiennes des Camponotides pour y accomplir une période larvaire (*parasitisme interne*).

» Des Acariens se fixent sur les différentes parties du corps des Fourmis et en particulier sur leur tête et sur leurs pattes (*parasitisme externe*).

» Un bon nombre d'Arthropodes ne viennent guère dans les nids des Fourmis que pour y chercher des détritus, dont ils savent tirer parti, ou pour y trouver des conditions favorables à leur existence, et ils sont traités avec indifférence par leurs hôtes. C'est le cas d'un petit Crustacé isopode, le *Platyarthrus Hoffmanseggi*, qui est si commun dans les fourmilières de toute l'Europe. On a donné le nom de *synœkétisme* à cette réunion, dans

---

(¹) On trouvera la liste raisonnée des animaux myrmécophiles dans un Ouvrage récent, bien utile aux naturalistes qui étudient les Fourmis : Wasmann Erich, *Kritisches Verzeichniss der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden*; Berlin, 1894.

(²) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 700; 1893.

un même nid, d'une espèce myrmécophile avec des Fourmis, lorsqu'il n'y a, entre elles, aucun rapport direct.

» Un bon nombre de Staphylinides et de Psélaphides vivent normalement dans les fourmilières. Ils portent, sur la région dorsale, des touffes de poils correspondant à des glandes dont la sécrétion est très recherchée des Fourmis qui, en échange, leur dégorgent volontiers, devant la bouche, de la nourriture liquide. Il y a là, entre les Fourmis et leurs hôtes, une symbiose à avantages réciproques, qui constitue la *myrmécoxénie* d'Emery. Wasmann a montré que, chez les Staphylinides myrmécophiles, la réduction, plus ou moins prononcée, des palpes était, pour ainsi dire, l'expression du degré de dépendance de ces insectes vis-à-vis des Fourmis qui les hébergent.

» Cette dépendance est poussée au dernier degré chez le *Claviger testaceus*, qui se rencontre assez fréquemment dans les fourmilières des environs de Paris. Bien que, dans les nids artificiels, on puisse voir ces Coléoptères s'installer, de temps à autre, sur des larves mortes qu'ils semblent sucer momentanément, on peut dire que leur véritable nourriture est seulement celle qui leur est donnée par leurs hôtes, car ils meurent rapidement lorsqu'ils en sont séparés.

» Quant aux Pucerons, ce ne sont pas de véritables myrmécophiles. Ils sont, il est vrai, très recherchés par les Fourmis qui en tirent une nourriture abondante et qui, par contre, peuvent leur procurer une protection plus ou moins efficace; mais ils ne demandent et ne prennent rien aux Fourmis et ils peuvent, en général, parfaitement se passer d'elles.

» Les Lépismides sont, depuis longtemps, cités parmi les animaux myrmécophiles; mais leurs rapports avec les Fourmis n'ont pu, jusqu'ici, être reconnus que très incomplètement. J'ai eu l'occasion d'observer, dans mes nids artificiels, des *Lepismina polypoda* Grassi, capturés avec une colonie de *Lasius umbratus* Nyl., race *mixtus* Nyl.

» Dans un premier nid, j'ai installé des *Lepismina* sans Fourmis; dans un second, des *Lepismina* avec les Fourmis parmi lesquelles ils avaient été capturés.

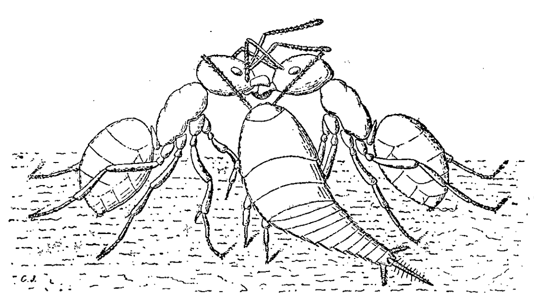
» Les *Lepismina* de l'élevage sans Fourmis reçoivent, comme nourriture, un mélange de miel, de sucre, de farine et de jaune d'œuf. Ils sont, au commencement de l'expérience, au nombre de vingt et un. Au bout de deux ans et six mois, il en reste encore neuf, qui sont en parfait état et qui mangent volontiers le miel liquide qu'on leur présente au bout d'un pinceau très fin.

» Les *Lepismina*, élevés en compagnie des Fourmis avec lesquelles ils ont été recueillis, sont beaucoup plus agités que ceux de l'autre nid. Ils circulent sans cesse et se faufilent au milieu des Fourmis, mais ils ont bien soin de ne jamais rester immo-

biles dans leur voisinage. Parfois je vois les Fourmis menacer les *Lepismina* et même se précipiter sur eux, mais ces derniers sont si agiles que je les vois toujours échapper à cette poursuite. Cependant, dans mes nids artificiels, où ils peuvent moins facilement se mettre en sûreté que dans les nids naturels, ils finissent par être capturés. Deux jours après l'installation, je trouve cinq cadavres que les Fourmis saisissent entre leurs mandibules et transportent au travers du nid. Pour sauver les survivants, j'installe l'élevage dans un nouveau nid dont certaines parties sont peu accessibles aux Fourmis ou, tout au moins, sont peu fréquentées par elles. Là, les *Lepismina* se tiennent longtemps au repos, tout à fait immobiles, mais lorsqu'une Fourmi isolée arrive encore à passer près de l'un d'eux, ce dernier ne manque jamais de faire un mouvement brusque pour se mettre hors de portée.

» Si, après avoir enlevé pendant quelques jours la mangeoire garnie de miel qui se trouve placée dans la chambre sèche du nid, on la remet en place, on voit plusieurs Fourmis venir y faire un long repas et lorsque, le jabot bien garni, elles rentrent dans les chambres habitées, elles sont assaillies par leurs compagnes qui viennent leur demander, avec leurs antennes, une part de la provision.

» Le partage commence aussitôt. L'approvisionneuse et la demandeuse se dressent un peu l'une devant l'autre. La première écarte ses mandibules, allonge son promuscis que sa compagne saisit avec ses maxilles, et dégorge des petites gouttelettes qui sont absorbées aussitôt.



» A partir de l'instant où les premières approvisionneuses sont rentrées dans les chambres habitées du nid, les *Lepismina* ont montré, par leur agitation, qu'ils ont perçu l'odeur du miel.

» Bientôt un bon nombre de Fourmis sont groupées par couples pour le dégorgement. Le corps légèrement redressé et, souvent, les pattes antérieures soulevées, elles laissent entre elles, au-dessous de leur tête, un certain intervalle. Dès qu'un *Lepismina* arrive près d'un semblable couple, il se précipite dans cet intervalle, relève fortement la tête, happe rapidement la gouttelette qui passe devant lui et se sauve vivement, comme pour échapper à une poursuite méritée. Mais les Fourmis, dressées l'une contre l'autre, ne sont pas assez libres de leurs mouvements pour pouvoir même simplement menacer l'audacieux voleur qui va, de suite, mettre un autre couple à contribution, et on le voit continuer impunément ce manège jusqu'à ce que sa faim soit calmée.

» Il faut conclure de ces observations que les *Lepismina polypoda* peuvent, bien réellement, se passer des Fourmis lorsqu'ils ont à leur dis-

position une nourriture appropriée; qu'ils sont tolérés dans les fourmilières pour cette bonne raison que, par leur agilité, ils savent échapper aux poursuites des Fourmis; qu'ils sont attirés dans les fourmilières par l'appât du liquide nutritif que les Fourmis emmagasinent dans leur jabot; que, contrairement à ce qui a lieu dans le cas de myrmécoxénie, les Fourmis ne donnent pas, d'elles-mêmes, ce liquide aux *Lepismina*, mais que ces derniers savent profiter d'une circonstance favorable pour s'en emparer furtivement (*myrmécocleptie*). »

GÉOLOGIE. — *Sur le bassin tertiaire de la vallée inférieure de la Tafna.* Note de M. L. **Gentil**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Ce bassin tertiaire a été étudié par M. Pouyanne ([1]) qui a reconnu et délimité les deux étages inférieur et moyen du Miocène. J'ai entrepris l'étude détaillée de cette région remarquable par ses éruptions basaltiques. La série tertiaire s'y montre plus largement représentée qu'on ne l'admettait jusqu'ici. On y rencontre, en effet :

» 1° Les deux étages inférieur (*Suessonien*) et supérieur (*Ligurien*) de l'*Éocène*;
» 2° De l'*Oligocène* (?);
» 3° La série complète du *Miocène algérien*.

» Les documents paléontologiques font quelquefois défaut; mais, en ce cas, les analogies de faciès, les relations stratigraphiques, donnent une assez grande certitude à la détermination d'âge de ces terrains tertiaires.

1° Éocène.

» *a. Suessonien.* — Je rapporte à cet étage les marnes verdâtres qui apparaissent dans la coupure de la Tafna, au nord du village de Montagnac, sur les deux rives du fleuve. Ces marnes sont délitescentes; elles renferment des alternances de petits lits de grès plus ou moins durs et se distinguent nettement par leur coloration des marnes helvétiennes qui les recouvrent en *discordance* et avec lesquelles elles ont été confondues jusqu'ici. Ces marnes se continuent par celles de la région d'Arlal, Bel-Abbès où elles ont été récemment caractérisées par des fossiles ([2]).

([1]) *Notice géologique sur la subdivision de Tlemcen* (*Annales des Mines*, t. XII; 1877).
([2]) Pomel, *Stratigraphie générale de l'Algérie*, Alger; 1889.

» *b. Ligurien.* — Les *marnes* et *grès de Tahouaret* doivent être attribués à l'éocène supérieur. Ces assises répondent bien, en effet, à la description qu'a donnée M. Ficheur de cet étage en Kabylie. D'autre part, M. Repelin, dans sa Thèse de doctorat (1), vient de décrire des lambeaux de ce terrain qui relient le *Ligurien* de la Tafna à son important développement dans l'est.

2° Oligocène (?).

» M. Pouyanne a d'abord décrit, sous le nom de *Terrain rouge de la Basse-Tafna,* un ensemble d'assises conglomérées, chargées d'oxyde de fer, qu'il a rattachées ensuite au Miocène inférieur des Traras. Une telle assimilation me paraît difficile par suite de la différence très nette de composition lithologique et d'allure de ces deux terrains, cependant, bien rapprochés. En effet, le *Cartennien* des Traras présente le faciès typique du *Cartennien* du département d'Alger, tandis que le *Terrain rouge de la Basse-Tafna* est, en tous points assimilable aux dépôts d'atterrissements de la province d'Alger classés par M. Ficheur dans l'*Oligocène*. Dans notre région, ce terrain repose en *discordance* sur l'Éocène ligurien. Il a été fortement démantelé; il est recouvert par l'*Helvétien* nettement discordant.

3° Miocène.

» *a. Cartennien.* — Cet étage est représenté, dans le bassin de la Tafna, sur sa bordure occidentale, à la limite est du massif des Traras où il a été très bien décrit par M. Pouyanne. Je ne signalerai qu'un fait intéressant à son sujet, c'est l'aspect schisteux que présente en certains points son assise marneuse et notamment dans la coupure de l'Oued Agla. Ce faciès spécial a fait confondre cette assise en divers points avec de l'oxfordien ou même des phyllades. On a en réalité affaire à du métamorphisme par compression dû aux phénomènes de recouvrement par des calcaires liasiques que j'ai observés dans toute la bordure nord du massif des Traras (2).

» *b.* L'*Helvétien* doit être limité à son assise inférieure de poudingue et ses alternances argilo-gréseuses à *Ostrea crassissima.* Les calcaires blancs coralligènes doivent être rattachés à l'étage supérieur du Miocène. L'*Helvétien* de la Tafna est fortement relevé dans la petite chaîne des Seba Chioukh; il l'est également dans l'ouest à la limite du bassin, où il s'appuie sur le Miocène inférieur.

---

(1) Paris, décembre 1895.

(2) Ces phénomènes ont déjà été remarqués par M. Ficheur, qui se propose d'en parler dans un Mémoire en cours d'impression, sur le massif de Blida.

» c. *Sahélien.* — Le *calcaire à polypiers* des Seba-Chioukh a été rattaché jusqu'ici à l'*Helvétien*. D'après M. Ficheur, M. Repelin qui l'a récemment visité a constaté nettement sa *discordance angulaire* sur les alternances argilo-gréseuses de l'*Helvétien*. Je puis confirmer cette discordance en plusieurs autres points du bassin.

» D'autre part, j'ai pu suivre cet horizon depuis son développement important, à Oran, où son âge est bien établi. Le calcaire coralligène qui, en cet endroit, forme l'assise supérieure du *Sahélien* se prolonge vers l'ouest où il avait été limité à la vallée de l'Oued Ameria ([1]). Plus loin, la Mersa-Bou-Zedjar montre dans cet étage un développement assez important de marnes dont la partie supérieure renferme des bancs de calcaire blanc passant latéralement au calcaire massif.

» A partir de là le *Sahélien* disparaît complètement sous une couverture *pliocène* jusqu'à la vallée de l'Oued Hallouf, à l'ancienne mine de Kamerata. Sa continuité néanmoins n'est pas douteuse. Un témoin de cet étage apparaît dans l'intervalle, à la faveur de la vallée de l'Oued Sassel, à l'embouchure de cette rivière. On observe là le calcaire blanc plongeant vers l'ouest et recouvert, en *discordance,* par les sables pliocènes. A partir de Kamerata le calcaire à polypiers prend un développement important : il constitue tout le plateau de Sidi-Safi et divers lambeaux aux environs de Beni-Saf.

» Dans la vallée de la Tafna l'étage est considérablement démantelé. Il ne montre que des témoins isolés, parfois de très faible étendue, mais suffisants pour montrer l'extension de la *mer sahélienne* qui s'est étendue en transgression jusqu'à la limite des Traras. »

M. C.-H. **Verdhurt** adresse une Note relative à un « système d'appareil de transmission, multipliant à la fois la force et la vitesse des machines, et supprimant le point mort, sans volant, à l'aide d'un seul cylindre ».

M. **Menges** adresse, de La Haye, un complément à la Note publiée par lui, en 1884, sur la production des basses températures.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

([1]) Pomel, *loc. cit.*

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 7 AVRIL 1896,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

CORRESPONDANCE.

Le **Félibrige latin**, de Montpellier, invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du buste de *Moquin-Tandon*, qui aura lieu le dimanche 26 avril.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 23e année du « Bulletin de la Commission météorologique de l'Hérault ». (Présenté par M. Mascart.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Applications de la théorie des séries divergentes sommables.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Darboux.

« Dans mon Mémoire intitulé « Fondements de la théorie des séries divergentes sommables (*Journal de Mathématiques*, 1896) », j'ai indiqué comment on peut, dans des cas très étendus, faire correspondre, à une série divergente *numérique*, un *nombre* que j'ai appelé *somme de la série* et qui

peut être calculé, avec une approximation aussi grande que l'on veut, lorsque la série est donnée. Une fonction entière, en partie arbitraire, que j'ai appelée $\varphi(a)$, joue un rôle important dans ces recherches ; mais, sauf des cas exceptionnels qu'on peut écarter, au moins dans une première étude, la valeur de la somme ne dépend pas du choix de $\varphi(a)$. J'ai étudié spécialement le cas où $\varphi(a) = e^a$ et signalé l'intérêt qui s'attache à l'hypothèse $\varphi(a) = e^{a^k}$, k étant un entier; on a aussi des résultats intéressants en prenant pour k un nombre *rationnel*, et faisant la somme des valeurs conjuguées, de manière à avoir une fonction entière de a, par exemple $e^{\sqrt{a}} + e^{-\sqrt{a}}$.

» Le but de cette Note est d'indiquer quelques applications nouvelles des résultats acquis dans cette théorie, résultats dont j'ai eu l'honneur de communiquer les principaux à l'Académie (30 décembre 1895 et 13 janvier 1896). Ces applications ont été suggérées par la lecture du beau Mémoire de Stieltjes *Sur les fractions continues,* Mémoire dont je me propose de poursuivre l'étude, dans l'espoir que les idées rappelées ci-dessus et certaines autres développées dans ma Thèse me permettront d'en éclaircir quelques points.

» Dans ce Mémoire, Stieltjes réduit en fraction continue convergente la série de M. Poincaré

$$\varphi(\varpi, \mu) = 1 + \frac{\varpi}{1+\mu} + \frac{\varpi^2}{1+2\mu} + \frac{\varpi^3}{1+3\mu} + \dots,$$

ou plutôt son développement divergent suivant les puissances de μ :

$$\varphi(\varpi, \mu) = A_0 + A_1\mu + A_2\mu^2 + \dots.$$

» *Cette série divergente est sommable,* si l'on prend $\varphi(a) = e^{\sqrt{a}} + e^{-\sqrt{a}}$, *dans un domaine auquel appartiennent toutes les valeurs réelles et positives de* μ.

» On peut énoncer un résultat analogue pour la célèbre *série de Stirling ;* d'ailleurs je m'empresse d'ajouter que, si l'on peut espérer étendre ces considérations à un certain nombre des *séries asymptotiques* de M. Poincaré, il est sûr qu'elles ne s'étendent pas à toutes. Mais on voit dès maintenant que le procédé de calcul, que j'ai donné pour déduire la valeur numérique d'une série divergente des valeurs numériques de ses termes successifs, s'applique à des séries importantes déjà considérées par les géomètres. Ce procédé étant uniforme, c'est-à-dire ne dépendant que des valeurs numériques, il sera sans doute aisé, par l'emploi d'artifices de calcul et la construction de Tables, d'en simplifier l'application pratique; et dès lors, les

séries divergentes sommables seront aussi utiles dans les calculs numériques que dans les recherches théoriques.

» En terminant, j'indique l'extension facile de cette théorie aux séries à plusieurs indices, par l'emploi de fonctions entières à plusieurs variables; l'étude approfondie de cette indication exigerait d'ailleurs des recherches étendues. »

PHYSIQUE. — *Observations sur les rayons* X. Note de **Silvanus-P. Thompson**, présentée par M. Mascart.

« La recherche des conditions sous lesquelles se produisent les rayons X, dans les tubes de Crookes, est beaucoup facilitée par l'emploi des écrans fluorescents. Dans ce but, j'ai essayé plusieurs espèces d'écrans : le meilleur d'entre eux est un écran de carton noir, légèrement recouvert de platino-cyanure de potassium à l'état de poudre très fine. J'ai essayé, entre autres substances, les sulfures de calcium, de strontium et de zinc, la blende hexagonale, le fluorure de calcium, le tungstate de calcium, et plusieurs platino-cyanures. Le platino-cyanure de potassium est au moins douze fois plus lumineux que celui de baryum employé par Röntgen. La lumière qu'il émet est d'une teinte bleuâtre, dont le spectre, selon M. Jackson, qui l'a recommandé pour la cryptoscopie, est simplement le spectre du métal potassium.

» Avec un tel écran de 18^{cm} de diamètre, et un bon tube de Crookes, j'ai réussi à faire voir l'ombre des os de la main, l'espace entre les os du bras, et le contenu d'une bourse, à une vingtaine de personnes à la fois.

» En examinant avec cet écran un tube de Crookes pendant l'opération d'évacuation par la trompe de Sprengel [modifiée d'après les idées de M. Crookes (¹)], j'ai pu constater plusieurs faits importants.

» Les tubes que j'ai employés dernièrement sont des ampoules en forme de poire, avec une cathode en cuvette, tantôt intérieure, tantôt extérieure, pour concentrer les rayons cathodiques sur une pièce centrale qui sert comme origine des rayons X.

» Cette pièce que j'ai appelée *anticathode* (²) peut, du reste, être employée comme anode. Dans la plupart de mes tubes, l'anticathode est une lame

(¹) *Proceedings of the Physical Society of London*, 1874-5.
(²) Voir *Nature*, 13 mars 1896.

assez forte de platine nu; mais j'ai employé avec succès des lames recouvertes de verre ou d'un émail phosphorescent, composé de sulfure de calcium et d'émail transparent ordinaire. Il est convenable de fixer l'anticathode dans une position faisant un angle de 30° à 40° avec l'axe de l'appareil. Avec un tel tube, quarante secondes suffisent pour une photographie de la main, et vingt secondes pour celle des monnaies dans une bourse. Je me sers toujours de la bobine Ruhmkorff. La bobine de Tesla échauffe les tubes sans augmenter l'effet utile, et elle gâte les ombres et les images photographiques, à cause de l'existence des deux lieux cathodiques.

» Pour avoir un tube capable de produire les rayons X dans de bonnes conditions, il ne suffit pas de faire un vide au degré qui convient pour les phénomènes de Crookes (ombres cathodiques, phosphorescence des parois, etc.). Quand paraissent les premières lueurs phosphorescentes, sur le verre de l'ampoule, le vide est bien loin d'être parfait, et la résistance électrique apparente est assez faible. Pendant l'évacuation, on peut juger de la marche de la résistance par la longueur des étincelles que l'on peut tirer entre les pointes d'un excitateur, mis en parallèle avec l'ampoule dans le circuit secondaire de la bobine d'induction. On peut obtenir les phénomènes de Crookes quand la résistance du tube est si faible que l'étincelle extérieure ne passe pas avec un écartement de 2^{mm}. Dans ces conditions, un écran fluorescent ne montre pas la moindre trace de rayons X, quoiqu'une plaque photographique sensible puisse donner une impression si elle est exposée assez longtemps. Mais, en continuant l'évacuation, il arrive subitement un accroissement de résistance tel, qu'il faut écarter à une distance de plusieurs centimètres les pointes extérieures. C'est à ce moment juste où la résistance électrique augmente qu'éclatent les rayons X. Si le tube n'a jamais été vidé auparavant, la transition de l'état de faible résistance à celui d'une résistance plus grande ne se produit pas aussi subitement; mais si le tube a déjà été amené dans le second état, et qu'on admette un peu d'air pour l'évacuer plusieurs fois afin d'éliminer les gaz absorbés par les parois et par les électrodes, alors la transition est absolument subite.

» En examinant le tube avec l'écran fluorescent pendant la transition, on voit d'abord que, au moment même où la résistance augmente, il se développe une lueur dans toute l'ampoule, excepté dans le plan occupé par l'anticathode; car il se produit à travers l'écran une ligne noire très nette, correspondante à ce plan, entre deux régions éclairées, l'une devant l'anticathode, l'autre derrière celle-ci. Les deux parties ont une luminosité

à peu près égale; mais, si la trompe de Sprengel travaille toujours, en deux ou trois secondes le phénomène change. La région située derrière l'anticathode devient plus foncée, celle qui est en avant devient plus éclairée; et l'on finit par observer sur l'écran une région noire et une région lumineuse, dont la limite oblique correspond à la position du plan de l'anticathode. Le tube est alors dans la meilleure condition pour produire les effets de Röntgen, soit par voie photographique, soit par emploi de l'écran cryptoscopique.

» Si le vide est poussé plus loin, la résistance augmente encore, de sorte que le tube devient à peu près non conducteur; il peut néanmoins fonctionner encore (à moins qu'il ne soit percé par une étincelle) si l'on augmente suffisamment la force électromotrice de la bobine.

» Au moyen de l'écran fluorescent, on peut s'assurer aussi de la non-homogénéité des rayons X. Pour une raréfaction modérée, les rayons X ne pénètrent pas la chair à l'exclusion des os aussi librement que les rayons qui sont émis quand le vide est poussé plus loin. D'autre part, quand le vide est exagéré, les rayons X pénètrent non seulement la chair, mais aussi les os. Il y a donc une certaine condition de vide pour laquelle la différence entre la transparence de la chair et celle des os est maximum. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons de Röntgen électrisés.* Note de M. **A. Lafay.**

« Dans une Note récente, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai donné la description d'une expérience qui m'a permis de mettre en évidence la déviation par l'aimant des rayons de Röntgen *modifiés par un passage préalable à travers une lamelle électrisée*. Je me propose d'indiquer aujourd'hui quelques résultats complémentaires, relatifs à ces rayons modifiés que j'appelle, pour abréger, *rayons de Röntgen électrisés*.

» Si, au lieu d'électriser les rayons en mettant en communication la lamelle métallique avec le pôle négatif de la bobine d'induction, comme je l'indique dans l'expérience précitée, on prend comme source le pôle négatif d'une machine statique, on observe une déviation de même sens que celle dont j'ai déjà parlé. Il n'en est plus de même si l'on électrise la lamelle positivement avec la même machine; le sens de la déviation est alors inversé.

» J'avais, en premier lieu, obtenu ce dernier résultat en prenant comme

source d'électricité le pôle positif de la bobine de Rhumkorff qui actionne mon tube de Crookes; mais il m'avait paru tellement étrange que j'ai voulu vérifier, avant de l'annoncer, qu'il se produisait également en employant une source d'électricité statique.

» Il existe donc des rayons de Röntgen électrisés soit positivement, soit négativement.

» La recherche des lois qui lient la grandeur de la déviation à l'intensité du champ magnétique, à l'état d'électrisation de la lamelle et à la nature du diélectrique, fera l'objet d'un travail plus étendu; pour le moment, je dois m'en tenir aux indications qualitatives qui précèdent, en faisant remarquer qu'il doit exister, entre les rayons de Röntgen électrisés négativement, se propageant dans l'air raréfié, et les rayons cathodiques, la plus grande analogie, *peut-être même identité absolue*.

» Il est commode, pour retenir le sens des déviations, d'employer le procédé très suggestif imaginé par Hittorf à propos des rayons cathodiques. Assimilons le flux de Röntgen à un faisceau de fils conducteurs indéfinis, flexibles et sans poids; lorsqu'ils traversent une lame électrisée positivement, ils permettent sa décharge et sont le siège d'un mouvement électrique qui s'écoule vers les points à potentiels plus faibles; quand la lamelle est électrisée négativement le sens du mouvement est inverse. Dans les deux cas, ces conducteurs se tordent sous l'action du champ magnétique et le sens de la déviation est donné par la règle d'Ampère.

» Je terminerai cette Note par l'indication d'un fait d'ordre tout différent, mais qui présente cependant quelque intérêt. On a remarqué que le degré du vide allait en augmentant dans certains tubes de Crookes et que ceux-ci ne tardent pas à ne plus fonctionner; cet accident est arrivé à mon tube, il y a environ un mois; j'ai alors eu l'idée de le mettre pendant quelque temps dans une étuve à 200°, ce qui lui a rendu ses propriétés premières. Depuis, j'ai continué à m'en servir, en le réchauffant lorsqu'il commence à présenter des signes d'affaiblissement. Cette observation, d'ordre pratique, corrobore parfaitement la Communication récente de M. Gouy, relativement à l'occlusion des gaz par le verre des tubes de Crookes. »

PHYSIQUE. — *Une condition de maximum de puissance des tubes de Crookes.* Note de MM. **James Chappuis** et **E. Nugues.**

« La puissance d'un tube de Crookes actionné par une bobine de Ruhmkorff à interrupteur Foucault n'augmente pas, pour une même intensité du

courant mesuré dans l'inducteur fermé, en même temps que le nombre des interruptions.

» Nous avons mesuré cette puissance à l'électromètre de M. Hurmuzescu, placé à diverses distances, et fait varier de 3 à 50 le nombre des interruptions, par le déplacement d'un poids additionnel sur le trembleur. Les nombres suivants montrent que, pour la bobine en expérience, il existe un maximum dans le voisinage de 10 interruptions.

Nombre d'interruptions.	Temps de chute.	
3	27	47
6	23	»
10	20	24
25	30	34
50	37	42

» Les expériences récentes sur l'émission des rayons ayant un pouvoir photographique par les substances fluorescentes nous avaient conduits à penser que la fluorescence visible du verre au passage de la décharge pouvait être suivie d'une sorte de *fluorescence invisible*, prolongeant l'action photographique. Nous avons fait, pour vérifier cette hypothèse, l'expérience suivante :

» Sur la tige du trembleur, nous avons fixé une lame de cuivre épaisse, dans laquelle était pratiquée une fente d'environ 1^{mm} de large sur 12^{mm} de haut; une plaque sensible était placée en arrière et parallèlement à 1^{mm} de distance, la source munie d'un diaphragme de 8^{mm} sur l'autre face de la lame métallique à 16^{cm}.

» Quand le trembleur Foucault est mis en marche, la tige entraîne, dans son mouvement d'oscillation, la fente sur une course de 4^{cm}, et, à chaque oscillation double, une fluorescence est produite. Nous avons fait varier la vitesse du trembleur de 3 à 20 interruptions à la seconde et le temps de pose de 1 à 30 minutes.

» Si la fluorescence utile est instantanée, comme la décharge qui la provoque, on doit obtenir l'image nette de la fente; si, au contraire, elle dure un certain temps, on doit obtenir une bande donnant, en chaque point, une indication sur la puissance photographique du tube à un instant correspondant.

» Dans tous les cas, nous avons obtenu une image nette de la fente et de la lame mobile; il aurait donc suffi, pour se convaincre de l'inexactitude de notre hypothèse, de photographier la tige du trembleur en mouvement; elle donne, en effet, sur nos clichés, une ombre à bords très nets.

» Nous déposons un cliché obtenu par 36000 passages de la fente.

» La puissance du tube est donc *instantanée, comme la décharge qui provoque la fluorescence*.

» Il semble résulter de cette expérience que la puissance du tube devrait

être proportionnelle au nombre des décharges; mais, d'autre part, la longueur des étincelles, qui jaillissent entre les deux boules d'un excitateur, tombe de 21^{cm} à 5^{cm} quand le nombre des interruptions varie de 3 à 50.

» Il y a donc là deux phénomènes qui varient en sens inverse et dont il faut tenir compte pour la production du maximum de puissance du tube.

» Ce maximum dépend de la self-induction de l'enroulement induit et les conditions nécessaires à sa production changent, pour un même courant mesuré dans l'inducteur fermé, avec la bobine employée. L'expérience seule permet donc de le déterminer. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique de quelques oxybromures.* Note de M. **Tassilly**, présentée par M. Troost.

« J'ai déterminé la chaleur de dissolution dans l'hydracide correspondant d'un certain nombre de combinaisons halogénées basiques des métaux alcalino-terreux, et j'en ai déduit la chaleur de formation.

» La présente Note comprend les oxybromures et un oxychlorure : les oxyiodures feront l'objet d'une prochaine Communication.

» I. *Oxybromure de calcium* $CaBr^2, 3CaO, 3H^2O$. — Obtenu en chauffant à 120°, dans un courant d'air sec, l'oxybromure $CaBr^2, 3CaO, 16H^2O$ précédemment décrit (¹).

» Ce corps a donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Brome	37,51	37,93

» J'ai déterminé sa chaleur de dissolution dans l'acide bromhydrique étendu (1 équiv. = 10^{lit}).

» On a, vers 15°,

$CaBr^2, 3CaO, 3H^2O + 6HBr$ étendu, dégage .... $+95^{Cal},7$

» On en déduit

$CaBr^2 + 3CaO + 3H^2O$ liquide, dégage .... $+66^{Cal},7$

$CaBr^2 + 3CaO + 3H^2O$ solide, dégage .... $+62^{Cal},5$

» II. *Oxybromure de strontium* $SrBr^2, SrO, 9H^2O$. — J'ai indiqué précédemment le mode de formation de ce corps (²).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 371; 1894.

(²) *Ibid.*, t. CXX, p. 1338; 1895.

» J'ai déterminé, comme ci-dessus, sa chaleur de dissolution.

» On a, vers 20°,

$SrBr^2, SrO, 9H^2O + 2HBr$ étendu, dégage .... $+16^{Cal},45$

d'où l'on déduit

$SrBr^2 + SrO + 9H^2O$ liquide, dégage.............. $+54^{Cal},35$
$SrBr^2 + SrO + 9H^2O$ solide, dégage............... $+41^{Cal},75$

» III. *Oxybromure de strontium :* $SrBr^2SrO, 3H^2O$. — L'oxybromure précédent perd, par dessiccation à 120° dans un courant d'air sec, 6 molécules d'eau. Il répond alors à la formule $SrBr^2SrO, 3H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
Brome....................	39,8	39,5
Strontium.................	43,5	43,2

» On a, vers 13°,

$SrBr^2SrO, 3H^2O + 2HBr$ étendu, dégage........... $+38^{Cal},30$

d'où l'on déduit

$SrBr^2 + SrO + 3H^2O$ liquide, dégage............... $+32^{Cal},5$
$SrBr^2 + SrO + 3H^2O$ solide, dégage................ $+28^{Cal},3$

» IV. *Oxychlorure de baryum :* $BaCl^2BaO, 5H^2O$, obtenu par M. André (¹). — J'ai déterminé la chaleur de dissolution de ce corps dans l'acide chlorhydrique étendu.

» On a, vers 20°,

$BaCl^2BaO, 5H^2O + 2HCl$ étendu, dégage........... $+18^{Cal},5$

d'où l'on déduit

$BaCl^2 + BaO + 5H^2O$ liquide, dégage.............. $+39^{Cal},2$
$BaCl^2 + BaO + 5H^2O$ solide, dégage............... $+32^{Cal},2$

» V. *Oxybromure de baryum :* $BaBr^2BaO, 5H^2O$, précédemment décrit (²). — On a, vers 20°,

$BaBr^2BaO, 5H^2O + 2HBr$ étendu, dégage.......... $+19^{Cal},5$

d'où l'on déduit

$BaBr^2 + BaO + 5H^2O$ liquide, dégage.............. $+41^{Cal},2$
$BaBr^2 + BaO + 5H^2O$ solide, dégage............... $+34^{Cal},2$

» VI. *Oxybromure de baryum :* $BaBr^2BaO, 2H^2O$, obtenu par dessiccation du

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. III, p. 74.
(²) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1339; 1895.

corps précédent dans un courant d'air sec à 120°. — L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Brome	33,6	32,9
Baryum	56,62	56,37

» On a, vers 13°,

$BaBr^2BaO, 2H^2O + 2HBr$ étendu, dégage .... $+ 33^{Cal},80$

d'où l'on déduit

$BaBr^2 + BaO + 2H^2O$ liquide, dégage.............. $+ 26^{Cal},90$
$BaBr^2 + BaO + 2H^2O$ solide, dégage................ $+ 24^{Cal},1$

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des acides bromhydrique et iodhydrique sur le chlorure de phosphoryle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Le gaz bromhydrique sec n'exerce pas d'action sensible sur le chlorure de phosphoryle $POCl^3$ chauffé à son point d'ébullition; en tubes scellés, le gaz préalablement dissous dans $POCl^3$ réagit vers 200°, mais cette forme de réaction se prête mal à la préparation d'une quantité importante de produit, car l'acide bromhydrique est peu soluble dans $POCl^3$ même à froid.

» Pour effectuer la réaction, on dirige, à travers un tube de verre renfermant de la pierre ponce bien desséchée, chauffée vers 400°-500° sur une grille à analyse, le gaz bromhydrique entraînant des vapeurs de $POCl^3$; on constate immédiatement que, si la température est assez élevée et le gaz bromhydrique en excès, il se dépose dans le réfrigérant, ainsi qu'au sein du liquide qui a distillé, un corps solide jaune rougeâtre; ce corps est du pentabromure de phosphore dont l'identité a été nettement établie. Ainsi, fait remarquable, à la faveur de HBr, la substitution totale du brome à l'oxygène et au chlore de $POCl^3$ peut être réalisée.

» Le liquide qui a traversé une première fois l'appareil est cohobé et l'on répète l'opération sur les parties les plus volatiles qu'il renferme et qui sont formées de $POCl^3$ en excès. L'opération terminée, le liquide est soumis à des fractionnements, sous pression réduite, afin de diminuer les déchets provenant de décomposition partielle que subissent à la distillation sous pression normale les produits cherchés; les distillations définitives ont seules été faites sous pression normale. C'est ainsi qu'on a pu retirer du produit de la réaction tous les substitués bromés du chlorure de phosphoryle, $POCl^2Br$, $POClBr^2$, $POBr^3$.

» Le chlorobromure $POCl^2Br$ est liquide et distille de 135° à 138°. Il a déjà été obtenu par Menschutkine en faisant réagir le brome sur le chlorure éthylphosphoreux

$PO.Cl^2.C^2H^5$ (*Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. CXXXIX). Ayant préparé une grande quantité de ce produit très pur, j'en ai déterminé les conditions de solidification et de fusion qui n'ont pas été données par l'auteur que je viens de citer. Ce chlorobromure reste facilement en surfusion, mais, convenablement refroidi, il se solidifie au contact d'une parcelle du chlorobromure $POClBr^2$, ou du bromure $POBr^3$, et le solide obtenu, cristallisé en grandes lames incolores, fond à $+13^o$.

» Le chlorure de phosphoryle $POCl^3$ reste, lui aussi, facilement en surfusion; mais ce phénomène cesse au contact d'une parcelle solide de l'un quelconque des termes de la série $POBr^3$, $POClBr^2$, $POCl^2Br$. J'ai déterminé en même temps son point de fusion, que je n'ai pas vu citer, et qui est de $+2^o$.

» Le second terme de substitution $POClBr^2$ est solide à la température ordinaire, quand il n'est pas en surfusion, et il fond à $+30^o$; une fois fondu, il peut être refroidi jusqu'aux environs de 0^o sans se solidifier, mais une parcelle du bromure $POBr^3$ fait cesser la surfusion. Liquide incolore, il donne, par solidification, des lames blanches nacrées. Sa composition a été vérifiée par l'analyse.

» La densité, prise à l'état liquide à 50^o, est égale à 2,45; il fume à l'air et se décompose lentement, au contact de l'eau, en donnant des acides phosphorique, chlorhydrique et bromhydrique. Ce chlorobromure $POClBr^2$ distille, sous pression normale, vers 165^o; son point d'ébullition n'est pas bien fixé, car il subit, à la température de sa distillation, une décomposition progressive en $POBr^3$, $POCl^2Br$ et $POCl^3$,

$$2POClBr^2 = POCl^2Br + POBr^3 \quad \text{et} \quad 3POClBr^2 = POCl^3 + 2POBr^3.$$

» Si l'on maintient, en effet, pendant quelque temps du chlorobromure $POClBr^2$ au bain d'huile, dans un ballon à long col tubulé, à une température voisine de son ébullition, mais de telle sorte qu'il ne puisse distiller, on voit peu à peu passer un liquide coloré par un peu de brome; le brome est mis en liberté à la faveur de l'oxygène de l'air, et l'on reconnaît, par distillation, que le reste du liquide est formé de $POCl^3$ et $POCl^2Br$, et le chlorobromure $POClBr^2$ qui était blanc lors de son introduction dans le ballon, s'est transformé en un corps solide, jaune citron, qui est l'oxybromure $POBr^3$. En tube scellé, les produits ultimes de la décomposition sont $POCl^3$ et $POBr^3$ car, comme l'a signalé Chambon (*Jena Zeitschrift,* t. III), le chlorobromure $POCl^2Br$ se détruit, à son tour, sous l'action de la chaleur en $POCl^3$ et $POBr^3$.

» En résumé, l'action de HBr sur $POCl^3$ permet d'obtenir toute la série des produits de substitution $POCl^2Br$, $POClBr^2$, $POBr^3$ et PBr^5.

» L'existence des chlorobromures de phosphoryle et leur mode de formation qui vient d'être décrit m'ont engagé à reprendre des essais déjà faits autrefois en vue de préparer les chlorobromures de phosphore du type PX^3.

» Le gaz bromhydrique réagit énergiquement sur PCl^3, même au sein d'un mélange réfrigérant, mais le produit de la réaction, fractionné sous pression normale ou sous pression réduite, se scinde toujours finalement en PCl^3 et PBr^3. Cependant la formation de chlorobromures, destructibles même à distillation sous pression très ré-

duite, ne me paraît pas impossible, car les premiers fractionnements donnent des portions très importantes comprises entre les points d'ébullition de PCl^3 (+79°) et de PBr^3 (+175°), malgré le grand écart qui existe entre ces points, et les distillations semblent se faire d'une façon anormale. Mais, comme aucune séparation nette ne se fait, on est obligé de multiplier les fractionnements et finalement tout se scinde en PCl^3 et PBr^3. Le bromure d'aluminium réagit aussi à froid sur PCl^3 et le liquide obtenu, séparé par filtration du chlorure d'aluminium formé, conduit aux mêmes remarques que le produit de l'action de l'acide bromhydrique. Il me semble qu'on ne pourrait résoudre définitivement la question qu'en disposant de moyens de réfrigération suffisants pour faire les séparations par solidification.

» L'acide iodhydrique sec se dissout très abondamment, à froid, dans $POCl^3$ et, si l'on n'a pas soin d'opérer la dissolution au sein d'un mélange réfrigérant de glace et de sel (après avoir commencé la dissolution à 0° afin d'éviter la prise en masse de $POCl^3$), la réaction commence à se produire et le liquide se colore en noir par mise en liberté d'iode; cependant à 0° la réaction est très lente.

» Des tubes fermés contenant la dissolution, maintenus pendant six jours à 0°, se sont seulement fortement colorés sans donner de dépôt, tandis qu'à la température de 10°-15° on voit apparaître déjà au bout de quarante-huit heures de petits cristaux qui ne tardent pas à se développer; ces cristaux paraissent jaune brun au sein du liquide mère, mais isolés et séchés sur la porcelaine ils sont rouges; c'est du triiodure de phosphore et le même résultat s'obtient à froid ou à une douce chaleur.

» Ce résultat ne peut s'expliquer qu'en admettant que HI a porté son action, avec perte d'iode, sur l'oxygène de $POCl^3$, et PCl^3 qui en est résulté a été transformé en PI^3 par l'excès de HI. Quant au liquide noir, chauffé au bain-marie dans le vide pour enlever l'excès de $POCl^3$, et le résidu traité au sulfure de carbone bouillant, qui dissout de l'iode et du triiodure de phosphore, il laisse une matière vitreuse incolore, qui est de l'acide métaphosphorique PO^3H ; elle a donné, à l'analyse : phosphore pour 100, 37,44 au lieu de 38,75 correspondant à PO^3H. L'erreur n'est pas grande, si l'on tient compte des causes accidentelles d'introduction d'humidité. La solution aqueuse de cette matière donne les réactions caractéristiques de l'acide métaphosphorique ; ce résultat peut surprendre, car on aurait dû s'attendre à trouver de l'acide orthophosphorique, mais la même réaction répétée à plusieurs reprises et dans des conditions variées a toujours conduit au même résultat.

» La formation d'une petite quantité d'un oxyiodure de phosphore dans la réaction précédente n'est pas impossible ; si l'on décompose, en effet, par un peu d'eau froide, au sein de glace fondante, la masse de triiodure formé dans la réaction, on constate qu'elle renferme une petite quantité de paillettes cristallines jaunes qui mettent un temps très long à se décomposer au contact de l'eau froide et se rapprochent, par ce caractère, des

chlorure et bromure de phosphoryle ; mais les faibles quantités de matière que j'ai pu obtenir jusqu'ici ne me permettent pas de me prononcer sur leur nature. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un riz conservé depuis plus d'un siècle.* Note de M. **Balland**.

« Ayant eu connaissance de mes recherches sur le riz (*Comptes rendus* du 21 octobre 1895), M. Boutroux, officier d'administration du Service des subsistances militaires, à Amiens, m'a gracieusement envoyé un échantillon d'une cinquantaine de grammes de paddy, qui prouve combien cette denrée peut se conserver longtemps. En 1885, alors qu'il était attaché au corps expéditionnaire du Tonkin et de l'Annam, M. Boutroux fut chargé de procéder, à Hué, au recensement des matières alimentaires utilisables pour l'armée. Il se trouva ainsi en rapport avec le mandarin préposé à la garde des approvisionnements du roi, qui lui confia qu'il existait dans les magasins du palais un lot de riz conservé depuis cent ans, auquel on attribuait des qualités spéciales. L'échantillon que j'ai reçu vient de là.

» C'est du riz non décortiqué, entièrement recouvert de son enveloppe et se rapprochant, par ses caractères extérieurs, du paddy ordinaire de Cochinchine. Il s'en distingue par une teinte beaucoup plus foncée, allant au rouge brun. La balle est plus adhérente à l'amande; la surface de celle-ci est également plus terne. A l'intérieur, la matière est cornée et n'a plus la cassure blanche des riz nouveaux, mais, à la cuisson, elle se développe bien, sans perdre cependant cette saveur spéciale aux vieilles céréales que l'on désigne vulgairement sous le nom de *goût de vieux*.

» On trouve aussi, à la décortication, un certain nombre de grains (environ 15 pour 100) qui ont une teinte noire violacée et représentent vraisemblablement les grains rouges que l'on remarque aujourd'hui dans les riz de Cochinchine. Ces grains ne sauraient être confondus avec certains grains jaunes, en moindre proportion, que l'on a signalés, depuis quelques années seulement, dans les riz de même provenance et que M. E. Raoul attribue à une véritable maladie (1). Les grains jaunes contiennent, en effet, moins de matières grasses et laissent à la cuisson une pâte moins ferme; de plus, la teinte jaune pénètre l'intérieur et résiste au blanchiment, tandis que les grains rouges, privés par le glaçage de leur pellicule externe, sont semblables aux grains blancs.

» L'examen comparatif des grains anciens et nouveaux a donné, d'autre part, les

(1) Sagot et Raoul, *Manuel pratique des cultures tropicales*, p. 649. Paris, Challamel; 1893.

résultats suivants, qui prouvent que, dans le vieux riz, les matières grasses seules tendent à disparaître, sans que l'acidité soit sensiblement modifiée.

	Riz ancien.	Riz nouveau.
	gr	gr
Poids moyen de 100 grains non décortiqués	2,24	2,30
» » décortiqués, blancs	1,62	1,71
» » » rouges	1,78	1,77
» » » jaunes	»	1,61

			Acidité pour 100.
Riz ancien.	Amande	77,0	0,047
	Balle	23,0	0,093
		100,0	
Riz nouveau.	Amande	80,0	0,054
	Balle	20,0	0,089
		100,0	

Composition de l'amande.

	Riz ancien.		Riz nouveau.		
	Grains blancs.	Grains rouges.	Grains blancs.	Grains rouges.	Grains jaunes.
Eau	13,60	13,40	13,00	13,10	13,20
Matières azotées	8,90	8,58	8,86	8,38	7,98
» grasses	0,40	0,50	2,55	2,35	0,80
» sucrées et amylacées	74,90	75,12	73,49	73,87	75,80
Cellulose	0,80	0,80	0,95	1,20	1,10
Cendres	1,40	1,60	1,15	1,10	1,12
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Composition de la balle.

	Riz nouveau.	Riz ancien.
Eau	9,30	8,70
Matières azotées	2,60	2,67
» grasses	0,70	0,64
» incrustantes	31,50	34,85
Cellulose résistante	36,50	36,64
Cendres	19,40	16,50
	100,00	100,00

PHYSIOLOGIE. — *Allongement des membres postérieurs, dû à la castration.* Note de M. **Lortet**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans les rues de la ville du Caire, on rencontre un grand nombre d'eunuques, attachés comme domestiques auprès des familles riches, et dont les fonctions spéciales consistent à surveiller les femmes renfermées dans les harems. Ces malheureux présentent tous une taille élevée qui les fait facilement reconnaître, même de loin. Lorsque ces castrés sont encore enfants, ils ne diffèrent nullement des autres enfants du même âge; mais, dès qu'ils arrivent à la puberté, ils atteignent presque tous une taille qui atteint ou qui dépasse souvent 2 mètres.

» Lorsqu'on les examine attentivement, on s'aperçoit que toujours le thorax reste très court, comparé à la hauteur du sujet, et que de l'allongement exagéré des membres abdominaux dépend entièrement la taille élevée qui a attiré l'attention.

» Pendant mon dernier séjour au Caire, j'ai eu l'occasion de disséquer un eunuque âgé de 24 à 25 ans, appartenant probablement à la peuplade des Sehillouks cantonnée bien au sud de Khartoum.

» La taille de cet homme est de 200^{cm}. Le crâne est bien conformé, quoique le prognathisme maxillaire et dentaire soit fortement prononcé. Le bassin est très étroit, presque atrophié. Les trous ovales, énormes, ne laissent entre eux qu'une symphyse pubienne étroite. Les os longs sont tous excessivement grêles et ne présentent point les crêtes destinées aux insertions musculaires. L'humérus est relativement court (37^{cm}). Le radius et le cubitus, longs et faibles. Les métacarpiens et les phalanges, d'une dimension longitudinale exagérée, très minces, constituent une main longue, étroite, presque simienne. Le fémur, très faible, ne présente presque pas de courbure. Le tibia et le péroné, tous deux grêles, sont d'une longueur (47^{cm} et 44^{cm}) disproportionnée à la hauteur du sujet. Les métacarpiens et les phalanges du pied sont longs et minces comme ceux de la main.

» L'accroissement insolite de la longueur des membres a donc atteint surtout les membres postérieurs.

» Ce fait, que j'ai pu vérifier sur un grand nombre d'eunuques vivants, est intéressant à signaler. Il correspond entièrement à ce qu'on peut constater chez les animaux châtrés.

» Les ailes du chapon ne sont pas plus développées que celles du coq, mais les pattes, très élancées, donnent à ce volatile une apparence tout à fait particulière. Le taureau, généralement plus bas sur ses jambes que

le bœuf, a les membres postérieurs courts. Chez le bœuf, l'allongement des membres postérieurs relève la ligne du dos, qui reste au contraire descendante chez le taureau.

» L'ablation des testicules semble donc, lorsqu'elle est pratiquée dans le jeune âge, amener un accroissement en longueur des membres postérieurs, provenant surtout de l'élongation du tibia et du péroné. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mars 1896.

Traité de Mécanique céleste, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Observatoire. Tome IV : *Théorie des satellites de Jupiter et de Saturne. Perturbations des petites planètes*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Recueil complémentaire d'exercices sur le Calcul infinitésimal, par M. Tisserand, Membre de l'Institut, etc. Deuxième édition augmentée de nouveaux *Exercices sur les variables imaginaires,* par M. P. Painlevé, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Mars 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. N° 1. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; fasc. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Février 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AVRIL 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la jachère;* par M. **P.-P. Dehérain**.

« L'assolement triennal, très répandu dans toute l'Europe dès le moyen âge, et qui s'est perpétué jusqu'à nos jours, débute par une année de jachère; on ne demande à la terre, labourée à plusieurs reprises, aucune récolte : on y incorpore le fumier, puis, à l'automne, on sème le blé; il occupe la terre la seconde année; au printemps de la troisième année, on sème l'avoine, à laquelle succède la jachère, et le cycle recommence.

» Il faut que ce mode d'opérer présente de grands avantages pour qu'il se soit maintenu pendant des siècles, et c'est pour bien comprendre son utilité que, dès le remplissage des cases de végétation de Grignon, en 1891, j'ai laissé quatre d'entre elles en jachère.

» Déjà, l'an dernier ([1]), j'ai indiqué les quantités notables de nitrates que les eaux de drainage ont entraînées de ces terres nues. J'ai fait remarquer, en outre, que pendant cette année sèche (mars 1894-mars 1895) les terres emblavées n'avaient fourni que de faibles quantités d'eau de drainage et que, par suite, l'entraînement des nitrates avait été insignifiant. Les mêmes faits se sont reproduits pendant l'année mars 1895-mars 1896; on n'a pas recueilli une seule goutte d'eau au-dessous des cases emblavées en blé, avoine, betteraves, trèfle, prairie ou vignes; toute l'eau tombée a été évaporée. Il n'en a pas été ainsi pour les terres en jachère. Voici les résultats constatés rapportés à l'hectare :

Eaux de drainage et azote nitrique recueillis au-dessous des cases de végétation laissées en jachère pendant l'année mars 1895-mars 1896.

			Azote nitrique	
Nos des cases.	Travail auquel les terres ont été soumises.	Eau écoulée (en millim.).	(en grammes par mètre cube d'eau).	contenu dans les eaux écoulées d'un hectare.
		mm	gr	kg
1.	Sans travail depuis 1891	76,4	109,6	83,7
12.	Travaillé à la fourche.......	98,2	120,0	117,8
13.	Sans travail depuis 1893	90,0	109,9	98,9
14.	Travail répété à la bêche....	106,0	136,5	144,6

» Les quantités d'azote nitrifié sont très considérables; calculées en nitrate de soude, elles correspondraient à un épandage variant de 500^kg à 876^kg par hectare. Ces nombres sont, au reste, tout à fait d'accord avec ceux que j'ai constatés les années précédentes, soit des cases en jachère, soit des terres nues contenues dans les pots de 50^kg qui m'ont servi pendant longtemps à étudier les eaux de drainage.

» Ainsi, une terre nue produit, sans fumure, une quantité de nitrates qui atteint ou surpasse les besoins des récoltes les plus exigeantes, et puisque nous n'obtenons de forts rendements qu'à la condition de faire de grosses dépenses d'engrais, et notamment d'acquérir du nitrate de soude, il en faut conclure que les terres emblavées sont bien loin de produire des quantités de nitrates égales à celles qui apparaissent dans les terres nues.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 701. — Une erreur s'est glissée dans ce Mémoire; à la page 704, dans le petit Tableau du bas, au lieu d'*acide* nitrique entraîné à l'hectare, il faut lire *azote* nitrique.

» La cause de ces différences est bien facile à pénétrer cette année; tandis que dès le milieu de novembre les terres nues ont été saturées d'humidité et ont laissé couler des eaux de drainage, les terres emblavées avaient été tellement desséchées par les plantes qu'elles ont portées, que les pluies d'hiver ont été impuissantes à les saturer et que, jusqu'à la fin de mars, on n'a rien recueilli. Les plantes herbacées sont, en effet, de puissants appareils d'évaporation; les quantités d'eau qu'elles puisent dans le sol par leurs racines et qu'elles rejettent dans l'atmosphère par leurs feuilles sont formidables.

» Si l'on se rappelle que l'humidité est la condition même de la nitrification, on comprendra comment les nitrates se produisent en bien plus grande quantité dans les terres en jachère que dans les terres emblavées; on comprendra en outre comment, aux époques où les engrais étaient rares et l'emploi du nitrate de soude inconnu, on trouvait avantage à pratiquer la jachère, comment, enfin, l'abondance des engrais nous a conduit à y renoncer.

» La solubilité des nitrates, leur facile entraînement par les eaux qui traversent le sol, exposent les terres nues à de grandes pertes d'azote; il est bien à remarquer, cependant, que les drains coulent rarement pendant l'été; les eaux n'apparaissent guère qu'en novembre; or, à ce moment-là, le blé, qui succède à la jachère, est semé, levé; il a émis ses fines racines, qui retiennent très bien les nitrates; il est facile, non seulement de les y reconnaître, mais encore de les doser (¹); on a une nouvelle preuve de l'aptitude qu'ont les racines à retenir les nitrates en analysant comparativement les eaux de drainage qui s'écoulent de terres nues ou de terres ensemencées en blé; les premières sont bien plus chargées que les secondes; et comme, dans l'assolement triennal, le blé est semé à l'automne de l'année de jachère, il profite des nitrates formés, pendant l'été, dans la terre restée humide, parce qu'elle ne portait aucune végétation.

» Cette pratique de la jachère était donc parfaitement adaptée aux conditions dans lesquelles nos pères cultivaient. Ils n'avaient que peu de fumier, car l'absence de plantes fourragères les forçait à laisser les animaux sur la prairie plus souvent qu'à l'étable; ils n'avaient pas d'engrais de commerce; les aliments des végétaux devaient surgir du sol lui-même: c'est à cela que servait la jachère. La perte d'une année de récolte était compensée par l'apparition du plus puissant des agents de fertilité.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1041.

» Aujourd'hui que notre production de fumier s'est accrue, que nous pouvons acquérir du nitrate de soude, la pratique de la jachère, si utile à une culture qui souffre de la pénurie d'engrais, n'a plus de raison d'être. Elle disparaîtra d'autant plus sûrement que, plaçant en tête de l'assolement des betteraves ou des pommes de terres, faciles à sarcler, nous nous débarrassons aisément des adventices, des mauvaises herbes, dont on n'avait raison autrefois que pendant l'année de jachère. »

HYDROLOGIE. — *Les nitrates dans les eaux de source.*
Note de M. Th. Schlœsing.

« J'ai résumé, dans ma Note du 23 mars, les résultats de mes recherches sur les variations du titre nitrique dans les eaux de la Seine et de trois de ses affluents principaux, l'Yonne, la Marne et l'Oise. Je vais commencer aujourd'hui à rendre compte d'un travail analogue sur les eaux de source dérivées à Paris.

» Ce second travail était seulement destiné à compléter les renseignements réunis dans ma Note *sur les pertes d'azote entraîné par les eaux d'infiltration* (1); mais il m'a paru prendre un intérêt dont je ne me doutais pas en l'entreprenant, quand j'ai compris que l'étude du titre nitrique pouvait intervenir utilement comme élément de discussion dans la recherche et le choix des sources d'eaux potables.

» On sait qu'il y a des distinctions à faire entre les sources : les unes ne débitent que des eaux parfaitement filtrées et épurées par leur trajet dans le sol; ce sont de vraies sources, offrant les meilleures garanties de salubrité. D'autres ne sont évidemment que des issues par lesquelles réapparaissent au jour des rivières qui se sont perdues, en partie ou en totalité, dans des terrains très perméables : ce sont de fausses sources dont les eaux, contaminées par leur première circulation à la surface du sol, ont gardé, en général, plus ou moins leurs souillures malgré leur voyage souterrain. D'autres enfin ne sauraient être rangées sûrement ni parmi les vraies, ni parmi les fausses sources; elles sont suspectes parce qu'on peut craindre que leurs eaux, quoique fraîches, limpides et pures en apparence, ne soient mélangées d'eaux de rivière ou de ruissellement venues par quelque voie qui les a affranchies de l'épuration. C'est à distinguer les

(1) *Comptes rendus*, 11 mars 1895.

vraies sources de celles qui sont fausses ou suspectes, que peut servir l'étude des titres nitriques.

» Admettons en effet, provisoirement, que le titre des vraies sources demeure sinon constant, du moins compris entre des valeurs rapprochées. Nous savons que le titre d'une rivière est essentiellement variable, et que celui de l'eau de ruissellement est très faible. Une source qui ne fournit que de l'eau de rivière, ou un mélange d'eau épurée et d'eau de rivière ou de ruissellement, aura donc un titre variable; par conséquent, on reconnaîtra la nature d'une source à l'amplitude des variations de son titre nitrique.

» Avant d'aller plus loin, je tiens à déclarer que ce moyen d'informations ne permet pas de décider d'une manière certaine si une eau doit être acceptée ou rejetée comme boisson. Par exemple, si on la reconnaît comme eau de rivière, elle ne sera pas nécessairement à écarter, mais seulement suspecte; il est possible, en effet, qu'avant d'aboutir à une source, une eau de rivière ou de ruissellement, absorbée par un terrain perméable ou perdue dans des gouffres, rencontre sur sa route et soit forcée de traverser un terrain filtrant, qui la débarrasse de ses microbes dangereux. Mais les méthodes en usage pour l'étude des eaux potables ne sont pas non plus parfaites, bien au contraire; elles ne permettent guère d'affirmer qu'une eau est absolument propre à l'alimentation; elles en révèlent la mauvaise qualité, en certains cas, non pas dans tous les cas. Le mode d'examen que je propose fournira un élément de plus pour la solution de la question, élément qui pourra parfois montrer qu'une eau est suspecte, alors que les autres méthodes ne l'indiqueraient pas.

» Maintenant, je vais essayer de montrer que le titre nitrique d'une vraie source s'écarte peu d'une valeur moyenne.

» Considérons d'abord un terrain composé de menus débris de roches, comme une terre végétale par exemple, formant un mélange à peu près partout identique. Prenons-le en son état d'humectation normale, celui auquel il revient, quand il s'est ressuyé spontanément après une sursaturation passagère. Survient une pluie qui occasionne une nouvelle infiltration d'eau. Si le terrain était absolument gorgé d'eau, personne ne douterait que ce nouvel apport ne détermine un mouvement général de descente de toute la masse liquide, de façon qu'il en sorte par le bas autant qu'il en est entré par le haut. Mais nous sommes en présence d'un terrain ressuyé, dont tous les éléments sont, à la vérité, enveloppés d'une mince couche d'eau; cependant il y a place encore pour des gaz dans leurs interstices.

C'est un état spécial très différent de la saturation complète. Néanmoins, les mouvements de l'eau sont presque les mêmes dans les deux cas : une nouvelle infiltration produit encore un déplacement général, qu'on se représente assez bien en supposant le terrain divisé en une multitude de tranches parallèles se transmettant de l'une à l'autre le liquide qui les imbibe, de manière que l'eau qui sort du terrain est précisément celle qui occupait une ou plusieurs des dernières tranches ([1]).

» J'ai inutilement cherché cette notion si simple et si élémentaire dans les meilleurs Ouvrages d'Hydrologie. Leurs auteurs ne tiennent presque jamais compte, dans l'étude des mouvements de l'eau, des différences de constitution dues aux matières dissoutes; pour eux l'eau est partout un même liquide. Cette absence de distinctions est la cause d'erreurs très communes chez leurs lecteurs. Par exemple, quand on voit une source grossir après des pluies, on s'imagine que l'eau sortant de terre est précisément celle qui a été apportée par ces pluies, et l'on part de là pour calculer la vitesse de son transport de la surface du sol jusqu'à la source. La vitesse ainsi obtenue est celle de la *propagation du déplacement;* attribuée à l'eau, elle serait énormément exagérée; confondre ces deux vitesses, c'est presque donner à une masse liquide au repos la vitesse d'une onde qui se propage à sa surface.

» Les eaux souterraines ne vont pas si vite dans les terrains d'où sortent les vraies sources; elles y séjournent au contraire beaucoup plus longtemps qu'on ne pense. Voici un calcul propre à fixer les idées sur ce point. Supposons que la densité apparente de notre terrain soit 1,5 et que sa capacité d'humectation normale soit 10 pour 100 d'eau de son poids; ces hypothèses ne sont nullement exagérées. Supposons encore que la hauteur des pluies d'une année soit de 600^{mm} dont un tiers, 200^{mm}, s'infiltre définitivement. Le terrain retiendra ces 200^{mm} dans une épaisseur de $1^{m},33$, en sorte qu'avec une épaisseur de 10^{m}, il retiendrait les eaux d'infiltrations de plus de sept années, ce qui veut dire que ces eaux mettraient tout ce laps de temps pour traverser une hauteur de 10^{m}.

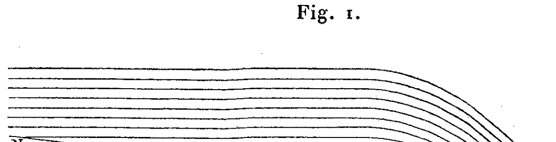
» Je reviens à ma démonstration. Au sortir de la couche de terre occupée par la végétation, siège essentiel de la nitrification, les eaux d'infiltration contiennent des quantités de nitrates extrêmement variables, ce qui tient aux influences bien connues des diverses conditions climatériques.

([1]) J'ai montré autrefois comment on arrive, à l'aide du déplacement, à extraire en leur état naturel les dissolutions contenues dans les sols (*Comptes rendus,* 1870).

Les variations de titre nitrique se maintiennent, grâce au déplacement, au moins jusqu'à une certaine profondeur; on les retrouve dans les eaux de drainage, quand on les a recueillies dans une canalisation parallèle à la surface du sol, et, par conséquent, alimentée partout en même temps par une même dissolution. Mais, à mesure que les eaux descendent, les différences de titres s'atténuent, parce que les déplacements ne s'opèrent pas avec une précision mathématique; ils déterminent inévitablement entre les dissolutions successives des mélanges qui sont une première cause d'unification du titre.

» Il en est une autre d'un effet plus certain. Dans un terrain formé de menus débris, les eaux se réunissent en une nappe souterraine continue, dont la surface, nécessairement inclinée, coupe un certain nombre de ces tranches que nous envisagions ci-dessus, ainsi que le montre la figure suivante :

Fig. 1.



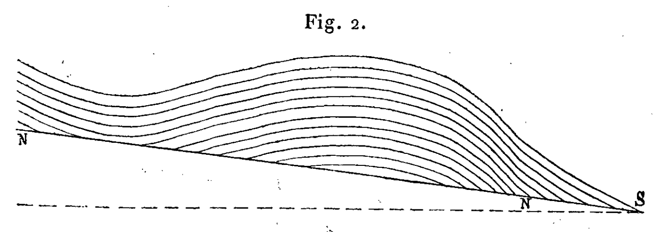
» Elle en reçoit des dissolutions d'âges et de titres différents et les mélange; plus la source est importante, plus son bassin est étendu, plus loin se prolonge la pente de la nappe, plus grand est le nombre de tranches atteintes et de dissolutions mêlées, plus le titre nitrique à la sortie de terre doit se rapprocher d'une valeur constante. Quand on pense que l'épaisseur de sol qui contient toutes les eaux d'infiltration d'une année est, le plus souvent, bien moindre que la différence de niveau entre les points extrêmes de la nappe, on conçoit que celle-ci reçoive des dissolutions datant de saisons et d'années différentes, et qu'ainsi les variations de l'intensité de la nitrification se fondent dans le mélange final qui constitue l'eau de source.

» Il est rare qu'un terrain soit uni comme le suppose la *fig.* 1; la *fig.* 2 montre que les accidents de la surface font varier la distance à parcourir jusqu'à la nappe et favorisent par conséquent les mélanges.

» Le défaut d'homogénéité agit dans le même sens. En effet, le pourcentage d'humectation normale varie de 2-3 pour 100 dans le gravier à 12-15

pour 100 dans des éléments fins contenant de l'argile, d'où résulte que, sous une même épaisseur, un terrain graveleux contient quatre fois moins d'eau qu'un terrain sablo-argileux, c'est-à-dire que l'eau y va quatre fois plus vite. Si donc un terrain est formé en certains points d'éléments grossiers, en d'autres d'éléments fins, les dissolutions, chassées le même jour de la couche végétale, descendront avec des vitesses inégales et gagneront la nappe à des époques différentes; autrement dit, celles qui atteindront cette nappe le même jour seront sorties à des époques différentes de la couche végétale.

Fig. 2.



» Le type de terrain envisagé jusqu'ici n'est pas le plus répandu, ni le plus propre à fournir les sources importantes, les seules qu'on recherche pour l'alimentation des villes. Les grands réservoirs d'eaux souterraines se trouvent surtout, comme on sait, dans les massifs de roches fissurées, dont le régime hydrologique ne ressemble guère à celui que je viens de décrire : autant l'un est méthodique, autant l'autre est irrégulier. Mais ce n'est pas la régularité dans le déplacement des dissolutions nitrées qui fait l'unification de leur titre; c'est essentiellement leur mélange, et cette condition se retrouve encore dans les terrains fissurés. Remarquons d'abord qu'ils ont, au-dessus du niveau d'une source, une épaisseur considérable qui leur permet d'emmagasiner les eaux d'infiltration de plusieurs années; ils les répartissent entre leurs assises, dans les fissures, les poches, les canaux, les cavernes, en un mot dans les vides communiquant entre eux qui les criblent et leur donnent leur grande perméabilité. Je puis maintenant répéter ce que je disais plus haut à propos des terrains formés de menus débris : on ne peut concevoir que de nouveaux apports d'eaux pluviales dans une masse liquide divisée de la sorte ne produisent pas des déplacements, accompagnés de mélanges, se propageant de proche en proche jusqu'à la source. Les espaces par lesquels passent les eaux ont des dimensions variées, parfois très grandes, au lieu d'être tous de petits interstices; la nappe souterraine est discontinue, au lieu d'être continue; au point de vue du déplacement, ce sont les principales différences entre les deux

sortes de terrains perméables, différences qui semblent être en faveur des terrains fissurés, parce que l'extrême variété des routes parcourues, les unes directes et courtes, la plupart longues et compliquées, et les différences de niveau entre les diverses fractions de la nappe doivent tendre à mêler plus que jamais les dissolutions d'âges différents.

» Après toutes ces considérations, il serait temps de présenter les résultats de mes analyses d'eaux de la Vanne, de la Dhuis et de l'Avre; mais la place me manquerait : j'en ferai le sujet d'une prochaine Communication. »

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES. — *Sur une lettre de Gauss, du mois de juin* 1805. Note de M. DE JONQUIÈRES.

« M. Fabre, ancien examinateur d'admission à l'École de Saint-Cyr, ami de la famille de feu M. Poullet-Delisles, a bien voulu me confier une Lettre autographe, inédite, écrite en français, et adressée par Gauss, en 1805, à M. Delisle, professeur de Mathématiques au lycée d'Orléans, pour le remercier de l'attention apportée par lui aux *Disquisitiones arithmeticæ*, dont M. Delisle préparait une traduction, publiée deux ans après chez le libraire Courcier, à Paris.

» Le haut intérêt que l'Académie des Sciences attache à tout ce qui émane du grand géomètre de Göttingue me persuade qu'elle accueillera avec satisfaction la copie de cette Lettre, que j'ai l'honneur de lui présenter. Elle contient, en effet, outre des formules de politesse, quelques renseignements sur des travaux antérieurs de Gauss, non encore publiés, et sur ceux qui l'occupaient alors, ainsi qu'une appréciation implicitement élogieuse des mathématiciens français de cette époque.

» Voici le texte de la Lettre :

« *A Monsieur Delisle, professeur de Mathématiques au lycée d'Orléans.*

» Brunsvic, 16 juin 1805.

« J'ai reçu, Monsieur, l'obligeante lettre dont vous m'avez honoré. Il m'est aussi doux que flatteur que les recherches contenues dans mon Ouvrage, auxquelles j'avais dévoué la plus belle partie de ma jeunesse, et qui ont été la source de mes plus douces jouissances, aient acquis tant d'amis en France; sort bien inégal à celui qu'elles ont trouvé en Allemagne, où le goût pour les parties plus difficiles des Mathématiques pures n'est la propriété que d'un fort petit nombre de personnes. Je me félicite que mon Ouvrage ait gagné en vous un aussi habile traducteur.

» Je suis malheureux d'être à présent autant pressé par mes autres occupations, les astronomiques surtout, que je ne puis penser à me livrer avec énergie à mon Arithmétique chérie : je me suis engagé en plusieurs travaux de longue haleine, et ce ne sera probablement qu'après quelques années que je serai le maître de retourner à cette belle science et à développer toutes les recherches curieuses que j'ai faites, il y a longtemps, et qui formeront un ou deux Volumes à la suite de celui qui est publié en 1801. Cette matière est si féconde et j'ai déjà dans mes papiers tant de choses intéressantes, que leur étendue sera au moins égale à ce que j'ai publié. Je serais donc d'avis que vous ne retrancheriez rien de votre traduction du premier Volume.

» Je ne sais pas non plus si, après avoir un jour achevé un nouveau Volume de cet Ouvrage, je pourrai vaincre aisément les obstacles qui s'opposent, en Allemagne, à la publication. Nos libraires craignent de s'en mêler, parce que le goût pour ces matières n'est pas fort général chez nous. L'étendue des matières est *de beaucoup* trop grande pour en faire un article des Actes d'une des Académies dont je suis membre, et je ne suis pas assez riche pour faire l'impression à mes propres frais, et m'assujettir à la malhonnêteté des libraires étrangers, ce qui m'est généralement arrivé à l'occasion du premier Volume. Par exemple un certain M. X..., qui, en 1802, a reçu de moi 80 exemplaires pour (*une*) valeur (*convenue*), ne m'a pas payé un sou, et ne s'est pas même donné la peine de répondre à aucune de mes lettres. Je vous souhaite de tout mon cœur que votre entreprise vous soit plus avantageuse aussi de ce côté-là qu'elle n'a été à moi.

» Agréez, Monsieur, l'expression de mon profond respect.

» Votre très humble serviteur,

» CHARLES-FRÉDÉRIC GAUSS. »

» *Note.* — Les mots soulignés entre parenthèses remplacent, par équivalence, ceux du texte original.

» 15 avril 1896. — Au moment de mettre sous presse, M. Hermite veut bien m'informer que, d'après ses souvenirs, Poinsot a, dans le temps, publié au *Moniteur universel,* sans doute à l'occasion de la traduction des *Disquisitiones* par M. Delisle, une analyse de l'œuvre de Gauss, où celui-ci est présenté comme « l'une des premières têtes mathématiques de l'Europe », et qui fournit la preuve la plus péremptoire que son génie avait été hautement reconnu en France et signalé à l'admiration du monde savant comme il méritait de l'être, alors que l'Allemagne semblait l'ignorer, ou ne l'accueillir encore qu'avec une indifférence pénible pour l'immortel analyste, ainsi que le constate la lettre qui précède.

» Je vais tâcher de retrouver l'article de Poinsot dont M. Hermite a la bonté de me signaler l'existence. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de l'un de ses Membres, dont la nomination devra être soumise au vote de l'Institut, pour faire partie du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

M. **Faye** réunit la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1896.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Potain, Lannelongue.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Guyon, Lannelongue.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain.

Prix Philipeaux. — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier.

Prix Jean-Reynaud. — MM. J. Bertrand, Hermite, Darboux, Cornu, Berthelot.

Prix Montyon (Arts insalubres). — MM. Armand Gautier, Schützenberger, Troost, Schlœsing, Moissan.

Prix Trémont. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Faye, Sarrau.

Prix Delalande-Guérineau. — MM. d'Abbadie, Grandidier, Milne-Edwards, Bouquet de la Grye, Berthelot.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les produits de combustion d'un bec à acétylène. — Mélanges explosifs d'acétylène et d'air.* Note de M. N. Gréhant [1].

« I. Pour obtenir les produits de combustion de l'acétylène, j'ai placé au-dessus d'un bec Manchester, donnant une flamme très éclairante, un cylindre métallique vertical, uni à un réfrigérant à eau froide et au gazomètre du Dr de Saint-Martin; tous les produits de combustion furent entraînés avec de l'air dans le gazomètre qui fonctionnait comme aspirateur et 80^{lit} de mélange gazeux ont été recueillis en deux minutes.

» L'analyse des gaz a été faite par l'eau de baryte, elle a donné $33^{cc},7$ d'acide carbonique dans 1700^{cc} de gaz ou 1468^{cc} en deux minutes.

» Deux analyses eudiométriques faites sur l'eau ont donné, pour l'oxygène : 18,59 et 18,57, nombres identiques; le volume d'oxygène consommé a été trouvé égal à 1786^{cc}.

» Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est égal à 0,82. Or, on sait qu'un volume d'acétylène consomme $2^{vol},5$ d'oxygène et donne 2 volumes d'acide carbonique; le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est égal à 0,8.

» Les nombres que j'ai trouvés indiquent donc le caractère eudiométrique de l'acétylène.

» Ces résultats devaient me faire penser que la combustion de l'acétylène est complète et n'engendre pas de gaz combustible renfermant du carbone; cependant, j'ai cherché s'il y avait dans les produits de combustion une trace de gaz combustible.

» Dans une ampoule de verre contenant une spirale de platine maintenue au rouge par une batterie d'accumulateurs, que j'emploie comme grisoumètre continu, j'ai fait passer pendant deux heures 1300^{cc} du gaz recueilli et je n'ai obtenu, dans un tube à baryte placé après l'ampoule, qu'un anneau à peine visible de carbonate de baryte, indiquant une si faible trace d'acide carbonique qu'il était impossible de le doser.

» Dans une autre expérience, j'ai employé mon procédé physiologique de recherche, dans le sang, d'un gaz combustible contenant du carbone.

---

(1) Travail du Laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

» Un sac de caoutchouc rempli d'acétylène, soumis à une pression de 4^{cc} d'eau, alimentait un bec Manchester qui brûlait au-dessous d'un cône métallique uni par un réfrigérant à deux soupapes métalliques; un chien pourvu d'une muselière a respiré les produits de combustion pendant une demi-heure.

» 42^{cc} de sang artériel normal ont donné au grisoumètre une réduction égale à 3,7 divisions, tandis que 42^{cc} de sang pris à la fin de l'expérience ont donné une réduction de 3,8 qui est identique à la première.

» Je conclus que les produits de combustion d'un bec Manchester à acétylène *ne renferment pas la moindre trace de gaz combustible contenant du carbone*.

» II. M. Le Chatelier, dans une Note qu'il a présentée à l'Académie des Sciences dans la séance du 30 décembre 1895, a fait connaître les réactions de combustion de l'acétylène et les limites d'inflammabilité de ce gaz. En répétant des expériences analogues à celles de M. Le Chatelier, j'ai fait composer, dans des tubes à essai, des mélanges d'un volume d'acétylène et de proportions croissantes d'air comprises entre 1 et 25 volumes; tous ces mélanges ont été enflammés par un fil de platine porté au rouge et celui qui a produit la plus forte détonation est le mélange d'un volume d'acétylène et de 9 volumes d'air.

» J'ai choisi un tube de verre à parois minces, ayant $0^{mm},5$ d'épaisseur, 26^{cm} de long et $2^{cm},4$ de diamètre, dans lequel j'ai introduit $8^{cc},8$ d'acétylène pur et 80^{cc} d'air, volumes dont le rapport est $\frac{1}{9}$; le tube à essai, fermé par un excitateur à fil de platine et fixé dans un support spécial, a été immergé dans un bocal de verre plein d'eau recouvert d'une planche et d'un poids de 10^{kg}; le passage du courant a déterminé une explosion des plus violentes, qui a brisé le tube et soulevé la planche et le poids.

» On doit donc, quand on veut faire usage de l'acétylène, éviter avec le plus grand soin les mélanges détonants qu'il donne avec l'air et qui pourraient occasionner des accidents désastreux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ruffié** adresse un Mémoire portant pour titre : « De la natalité dans les races humaines ».

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Ranvier, d'Arsonval.)

M. **L. Pilleux** adresse un Mémoire « Sur l'éther cosmique ».

(Commissaires : MM. Mascart, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse l'ampliation d'un Décret autorisant l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par M[lle] *L.-J. Dodu,* pour la fondation d'un prix annuel qui portera le nom de « Prix du baron Larrey », et sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer, pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie au cours de l'année et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

M. **S.-M. Jorgensen** adresse de Copenhague, au nom du Comité dont il est Président, un exemplaire de la médaille frappée en souvenir du 70[e] anniversaire de M. *Julius Thomsen.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie, par MM. *Ed. Bonnet* et *G. Baratte;* préface de M. *Doûmet-Adanson* ». (Présenté par M. Milne-Edwards);

2° La 3[e] année, 1895, de « L'Aérophile, revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent; directeur : M. *Georges Besançon* ».

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines classes d'équations de Laplace à invariants égaux.* Note de M. **A. Thybaut**, présentée par M. Darboux.

« *Supposons que l'on connaisse p solutions de l'équation*

$$\frac{\partial^2 \Theta}{\partial \alpha \partial \beta} = k\Theta \tag{1}$$

vérifiant la relation

$$\Sigma_p \Theta_i^2 = 0 \tag{2}$$

et soit ω *une* $(p+1)^{\text{ième}}$ *solution quelconque; si l'on pose*

$$A_i = \int \left(\Theta_i \frac{\partial \omega}{\partial \alpha} - \omega \frac{\partial \Theta_i}{\partial \alpha}\right) d\alpha - \left(\Theta_i \frac{\partial \omega}{\partial \beta} - \omega \frac{\partial \Theta_i}{\partial \beta}\right) d\beta,$$

la fonction

$$\omega' = \Sigma A_i \Theta_i$$

est une nouvelle solution de l'équation (1).

» Lorsque $p = 3$, l'équation est immédiatement intégrable.

» Lorsque $p = 4$, l'équation est *harmonique;* la proposition peut être traduite géométriquement :

» Les surfaces dont les lignes de courbure forment un réseau à invariants tangentiels égaux (*surfaces* S) ont une représentation sphérique isotherme, c'est-à-dire identique à celle d'une surface minima. Si l'on considère une de ces surfaces S, et si l'on désigne par ρ et ρ' ses rayons de courbure en un point, par R et $-$R les rayons de courbure de la surface minima au point correspondant, le plan P, parallèle aux plans tangents correspondants et situé à une distance d'un point fixe proportionnelle à $\frac{\rho - \rho'}{R}$, enveloppe une surface S', qui a même représentation sphérique que S.

» Si les surfaces S et S' sont confondues, on a $\omega = \omega'$, et la surface S est l'une quelconque de celles que j'ai déterminées dans ma Note du 14 octobre 1895.

» Lorsque $p = 5$, on sait que les Θ sont les coordonnées pentasphériques d'une *surface isothermique* rapportée à ses lignes de courbure. C'est là un nouveau rapprochement entre les surfaces isothermiques et les surfaces S. »

PHYSIQUE. — *Vérification de la loi de Kerr. — Mesures absolues* (1).
Note de M. **Jules Lemoine**, présentée par M. Mascart.

« Je me suis proposé de vérifier que la biréfringence acquise par le sulfure de carbone électrisé était, comme Kerr l'a énoncé (2), proportionnelle au carré de la force électrique. J'ai pu obtenir une précision supérieure à celle des expériences de Kerr ou de Quincke (3) et déterminer la valeur absolue de la constante de Kerr. Cette constante représente le retard, exprimé en longueurs d'onde, d'une vibration lumineuse polarisée dans un plan normal à la force électrique, l'intensité de cette force étant égale à

---

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.
(2) Kerr, *Phil. Magazine,* 1880, p. 157.
(3) Quincke, *Annalen der Ph. und Ch.*, 1883, p. 773.

l'unité électrostatique et l'épaisseur traversée par le rayon lumineux dans une direction perpendiculaire égale à 1^{cm}.

» Un condensateur, formé par deux lames parallèles en cuivre de 18^{cm} de longueur, 5^{cm} de largeur, distantes de $0^{cm},35$, est immergé dans le sulfure de carbone. Une des lames communique avec le sol; l'autre est reliée à une machine de Wimshurst; elle est maintenue à un potentiel constant et dont la grandeur est réglable à volonté par les méthodes connues. La mesure du potentiel se fait au moyen de l'électromètre absolu que possède le laboratoire ([1]).

» Un rayon lumineux, polarisé à 45° du plan des armatures du condensateur, passe dans leur intervalle, sort polarisé elliptiquement et tombe sur un compensateur de Babinet. Celui-ci mesure la différence de marche entre la composante parallèle aux lames et la composante normale seule retardée ([2]). L'oculaire du compensateur est muni d'un verre rouge.

» Les mesures se font simultanément au compensateur et à l'électromètre.

» La différence de potentiel entre les armatures a varié entre 5000 volts et 35 000 volts. Pour les bas potentiels, la biréfringence mesurée est faible ($0^{\lambda},025$ pour 6000 volts) et l'erreur relative notable; d'autre part, les potentiels très élevés se maintiennent difficilement sans variations et amènent une autre difficulté dans les mesures. La loi de Kerr exprime la constance du quotient de la différence de marche par le carré du potentiel. La valeur de ce quotient, donnée en unités électrostatiques par une moyenne entre 21 séries de mesures effectuées de 7000 volts à 21 000 volts, est $5,46 \times 10^{-5}$. Les écarts à partir de cette moyenne atteignent $\frac{1}{100}$ au maximum. La plus faible des mesures aux potentiels extrêmes qui n'ont pas servi au calcul de la moyenne donne $5,38 \times 10^{-5}$ et la plus forte $5,84 \times 10^{-5}$.

» En résumé, il ressort de ces mesures que les écarts entre la loi exacte de biréfringence et la loi de Kerr ne peuvent dépasser 1 pour 100.

» *Calcul de la constante de Kerr.* — Si l'on désigne par K la constante de Kerr, par F la force électrique et par dx l'élément de longueur mesuré suivant le rayon lumineux, le retard optique a pour expression

$$K\int_{-\infty}^{+\infty} F^2\, dx.$$

» L'intégrale doit être calculée en tenant compte de ce que le champ n'est plus uniforme au voisinage des bords. Imaginons que, les deux armatures étant aux potentiels $+V$ et $-V$, la surface de niveau située dans le plan de symétrie soit métallique et au potentiel 0. Elle prendra, en chaque point, sans troubler le champ, une densité $\pm\sigma = \frac{F}{4\pi}$. Il vient

([1]) *Comptes rendus*, 1895, p. 726.

([2]) KERR, *Phil. Magazine*, 1894, p. 400.

donc

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F^2\,dx = \int_{-\infty}^{+\infty} 16\pi^2\sigma^2\,dx = 8\pi\int_{-\infty}^{+\infty} 2\pi\sigma^2\,dx.$$

» Cette dernière intégrale représente l'attraction exercée par le plan indéfini sur l'une des lames du condensateur, cette attraction étant rapportée à une bande de largeur égale à 1 et de longueur indéfinie. La question se trouve ramenée à un problème connu ([1]). On peut considérer le champ comme étant uniforme entre les armatures du condensateur et nul en dehors à la condition d'ajouter à leur longueur l le terme correctif

$$\frac{e}{\pi} - \frac{e^2}{\pi^2 l}\,\text{log nép.}\,\frac{\pi l}{e} + \ldots.$$

» On trouve, pour longueur du condensateur équivalent, $18^{cm},108$ tandis que la longueur réelle est 18^{cm}.

» La valeur absolue de la constante de Kerr est donc

$$\frac{5,46 \times 10^{-5} \times \overline{0,35}^2}{18,108} = 3,70 \times 10^{-7}. »$$

PHYSIQUE. — *Sur les rayons de Röntgen électrisés.* Note de M. A. Lafay, présentée par M. A. Cornu.

« Les expériences sur les rayons de Röntgen électrisés, que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie, donnent prise à une objection qu'il était nécessaire de lever.

» On peut se demander si ces rayons éprouvent réellement un changement de nature, *une électrisation*, en traversant la lamelle électrisée, ou si les déviations observées ne sont que le résultat des effets combinés de l'électro-aimant et du champ électrique développé par la lame d'argent.

» Pour lever cette incertitude, j'ai répété les expériences déjà décrites, en faisant pénétrer le rayon électrisé, à sa sortie de la lamelle et avant son passage entre les armatures de l'électro, dans une enceinte de Faraday, mise en communication avec la terre; la plaque sensible était contenue à l'intérieur de l'enceinte métallique, qui ne présentait qu'une petite ouverture destinée à l'entrée des rayons. Dans ces conditions, qui éliminent,

---

([1]) Maxwell, *Électricité et Magnétisme*, traduction française, p. 365.

autant qu'il est pratiquement possible de le faire, les effets du champ électrique, j'ai observé les mêmes déviations que précédemment.

» Afin d'éclaircir encore davantage la nature des rayons électrisés, j'ai répété avec eux l'expérience que M. Perrin a réalisée sur les rayons cathodiques ([1]).

» L'exécution expérimentale ne présente, dans le cas actuel, aucune difficulté. Je substitue, à la boule d'un électroscope à feuille d'or, un cylindre de Faraday, dont l'ouverture est tournée vers le haut. L'appareil ainsi transformé est complètement enfermé dans un cylindre métallique, dont l'ouverture supérieure est fermée par un couvercle de plomb, qui porte une ouverture centrale. Au-dessus de cette ouverture, je dispose une feuille d'argent reliée à une machine Wimshurst, qui sert à électriser les rayons envoyés par l'ampoule de Crookes placée plus haut.

» Dans ces conditions, j'ai observé que le cylindre de Faraday se charge d'électricité de même espèce que celle qui est fournie à la lame électrisante. Le phénomène persiste quand on substitue à l'argent une feuille métallique quelconque assez mince pour être traversée par les rayons de Röntgen.

» On obtient encore la charge du cylindre lorsque l'on ferme l'ouverture, percée dans le couvercle en plomb, avec un diélectrique transparent (paraffine, ébonite, papier, etc.); il n'en est plus de même avec un diélectrique opaque tel qu'une lame de verre à base de plomb.

» Devant ce résultat, il est naturel de se demander si une lamelle métallique très mince, mise en communication avec la terre, ne se laisserait pas également traverser par le flux électrisé et si la conductibilité du métal serait suffisante pour dépouiller les rayons de toute leur électricité.

» Il ne m'a pas encore été possible de m'assurer de ce fait par une expérience semblable à celle que je viens de décrire, mais on doit remarquer, dans le cas actuel, que la radiation est affaiblie par son passage à travers la lame, et que, de plus, le flux de Röntgen faisant conducteur entre cette lame et le cylindre de Faraday, augmente les pertes de l'électroscope. C'est pourquoi je me propose d'aborder, par une méthode un peu détournée, l'examen de cette question, qui présente un grand intérêt et donnerait la clef des résultats si remarquables obtenus par M. Lenard.

» Je vais terminer cette Note par l'indication du fait assez curieux qui suit. Dans ma précédente Communication, j'ai, à l'exemple de Hittorf,

---

([1]) J. Perrin, *Nouvelles propriétés des rayons cathodiques* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1130; 1895).

assimilé le flux de Röntgen à un faisceau de fils conducteurs souples ; cette manière de concevoir le phénomène m'a déterminé à modifier de la manière suivante l'expérience de la déviation déjà décrite ([1]).

» J'ai complètement enveloppé la plaque photographique avec des feuilles d'aluminium, puis, mettant le fil de platine et les écrans en plomb en communication avec la terre, j'ai, pendant le fonctionnement de l'électro-aimant, électrisé l'enveloppe métallique qui contenait la plaque.

» Dans ces conditions, les filaments hypothétiques d'Hittorf permettent l'écoulement de l'électricité développée sur l'aluminium et doivent, par suite, s'infléchir dans un sens déterminé sous l'action du champ magnétique.

» Les déviations observées ont entièrement confirmé cette manière de voir et j'ai ainsi vérifié, résultat paradoxal au premier abord, qu'*il est indifférent, pour dévier les rayons Röntgen, de les électriser avant ou après leur passage à travers le champ magnétique.* »

PHYSIQUE. — *L'action des rayons Röntgen sur les couches électriques doubles et triples.* Note de M. **N. Piltschikoff**, présentée par M. Lippmann.

« Plusieurs physiciens ont étudié concurremment l'action des rayons Röntgen sur les métaux électrisés, autrement dit sur une couche électrique simple. Je m'étais aussi occupé de cette question (*Comptes rendus*, p. 723 de ce Volume), mais en outre j'ai fait, avec le concours de mon assistant, M. Totchidlovsky, plusieurs expériences sur des couches électriques doubles et triples.

» J'ai d'abord observé qu'une plaque de verre, de paraffine, d'ébonite, de mastic, etc., chargée d'électricité positive ou négative, se décharge rapidement sous l'action des rayons Röntgen, aussi bien si ces rayons tombent sur la surface chargée que s'ils traversent la plaque, tombant sur la surface neutre. Alors je me suis proposé d'étudier l'action des rayons Röntgen sur la charge d'un condensateur formé d'une plaque de paraffine ($17^{cm} \times 11^{cm} \times 1^{cm}$), d'une couche d'air (épaisseur $1^{mm},8$) et d'un disque de zinc (diamètre 10^{cm}, épaisseur $3^{mm},35$). Je charge d'abord la partie centrale de la surface intérieure de la plaque de paraffine d'électricité négative, je mets ensuite le disque de zinc en place. L'électroscope d'Exner, relié métalliquement avec le disque de zinc, montre, par exemple,

---

([1]) *Comptes rendus*, p. 713 de ce Volume.

—170 volts. Je touche le zinc : l'électricité libre se dissipe et il ne reste qu'une couche électrique double. Je fais traverser la plaque de paraffine par des rayons Röntgen (sortant d'une fenêtre en aluminium) pendant une minute : aucune perte mesurable de couche double ne se produit. Je répète la même expérience en chargeant la plaque de paraffine d'électricité positive : même résultat. Ainsi la couche double électrique n'est détruite par les rayons Röntgen que très lentement.

» Si, au lieu de toucher le disque de zinc, je laisse sa charge intacte, cette charge, suivant les lois de distribution électrique sur les conducteurs, occupe exclusivement la surface externe du disque et mon condensateur possède dans ce cas *une couche triple* d'électricité. L'électroscope marquant une déviation correspondant à 170^{volts}, je fais tomber de nouveau sur la plaque de paraffine les rayons Röngten : en neuf secondes, l'électroscope tombe à 85^{volts}, soit moitié de sa charge primitive ([1]), ce qui montre qu'une moitié de l'électricité libre de la couche triple s'est dissipée en neuf secondes. Il est facile de démontrer que c'est précisément l'électricité libre du zinc qui s'est dissipée. En effet, touchons le disque de zinc et amenons au sol le reste de l'électricité libre de ce disque : l'électroscope indiquera 0^{volt}. Si alors on soulève le disque (qui reste toujours relié métalliquement à l'électroscope), on observe à l'électroscope une déviation initiale de $(+170^{\text{volts}})$.

» Cette action déchargeante des rayons Röntgen, à travers une couche double, qui reste à peu près intacte, et à travers un disque en zinc qui est absolument opaque pour ces rayons, sur l'électricité libre de la surface externe du disque, paraît aussi inattendue que difficile à expliquer. »

PHYSIQUE. — *Sur l'action mécanique émanant des tubes de Crookes*. Note de MM. **A. Fontana** et **A. Umani**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans le numéro du 23 mars des *Comptes rendus*, a été publiée une Note de M. J.-R. Rydberg « Sur l'action mécanique émanant des tubes de Crookes ». Nous tenons à faire connaître que nous avons développé ce sujet dans une Note publiée dans les *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei* (Vol. V, 1er marzo 1896) sous le titre : *Azione del tubo di Crookes sul radiometro*.

» Nous avons observé les faits décrits par MM. Gossart et Chevallier

---

(1) Pour une charge positive de la plaque de paraffine, il fallait un temps un peu plus long pour réduire la déviation de l'électroscope à moitié de sa grandeur initiale.

(*Comptes rendus*, 10 février 1896); mais, contrairement aux conclusions de ces auteurs, nous avons constaté que l'action mécanique est due à des charges d'électricité statique et non pas aux rayons de Röntgen.

» Nous avons reproduit ces faits, sans l'intervention d'un tube de Crookes, à l'aide d'une bouteille de Leyde. D'autre part, nous avons fait observer que l'effet mécanique sur les ailettes du radiomètre s'évanouit lorsqu'on renferme le tube de Crookes et la bobine, ou bien le radiomètre, dans une caisse métallique mise en communication avec le sol.

» Nous avons aussi étudié l'action de divers diaphragmes, et nous avons observé que la perméabilité plus ou moins grande pour les rayons X n'avait aucune influence sur la force dirigeante du tube et, au contraire, que les diaphragmes bons conducteurs de l'électricité, en communication avec la terre, arrêtaient l'action mécanique, tandis que les diélectriques ne l'arrêtaient pas.

» Nous croyons donc avoir été les premiers à exclure toute relation entre les rayons de Röntgen et les phénomènes observés avec le tube de Crookes, et à nier l'exactitude de la méthode proposée pour mesurer l'intensité des rayons X. »

PHYSIQUE. — *Application de la photographie par les rayons Röntgen aux recherches analytiques des matières végétales.* Note de M. **Fernand Ranwez.**

« La photographie par les rayons X peut rendre des services précieux dans les recherches analytiques et spécialement dans l'analyse des denrées alimentaires végétales, où elle mettra en évidence certaines des falsifications les plus fréquentes, celles qui se font par l'addition de matières minérales.

» Cette méthode offre des avantages multiples : elle n'exige que de faibles quantités des substances; elle laisse complètement intacts les échantillons; elle permet d'effectuer en très peu de temps un grand nombre d'essais (un quart d'heure environ pour une série d'échantillons). Enfin le cliché obtenu constitue un document stable, une pièce à conviction très démonstrative, de lecture facile, même pour des personnes étrangères à toute opération analytique.

» Les essais que j'ai faits ont porté sur trois échantillons de safrans falsifiés, prélevés dans le commerce. Ces produits étaient formés par des mélanges, en proportions différentes, de safran pur et de safran enrobé de sulfate de baryum. Les filaments de ce dernier se trouvaient donc entourés d'une véritable carapace de matière minérale. L'adultération était, d'ail-

leurs, très habilement dissimulée et ne pouvait être soupçonnée à simple inspection des marchandises.

» J'ai disposé, sur une même plaque sensible entourée de papier noir, des quantités à peu près égales des trois échantillons adultérés (le n° II contient 62,13 pour 100 de matières minérales; le n° III, 28,69 pour 100; le n° IV, 22,21 pour 100), et, à côté d'eux, une prise de safran pur. Le tout a été soumis, pendant trois minutes, à l'influence des rayons émanant d'un tube de Crookes.

» Le safran pur s'est laissé traverser par les rayons X et n'a produit, sur le cliché, que des ombres très peu visibles, n'impressionnant pour ainsi dire pas le papier des épreuves positives. Les trois échantillons falsifiés ont imprimé fortement la plaque sensible, marquant très nettement les fils enrobés de sulfate de baryum, tandis que les stigmates du produit pur, qui s'y trouvait mélangé, n'apparaissaient que sous forme d'ombres peu sensibles, analogues à celles du premier produit.

» Les épreuves photographiques qui accompagnent cette Note montrent la netteté des résultats obtenus, et font prévoir les services que rendra cette méthode dans ses applications futures ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'homolinalool et sur la constitution du licaréol et du licarhodol.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Une publication toute récente de MM. Tiemann et R. Schmidt, relative à l'homolinalool (*D. chem. Ges.*, t. XXIX, p. 693) nous engage à publier des résultats acquis par nous depuis plusieurs mois, mais réservés jusqu'ici pour une publication d'ensemble.

» En traitant la méthylheptènone naturelle par le zinc et l'iodure d'allyle, suivant la méthode classique de Saytzeff, ces deux savants ont obtenu un alcool tertiaire à deux liaisons éthyléniques

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(OH)-CH^2-CH=CH^2,$$

qui peut être considéré comme l'homologue supérieur de l'alcool tertiaire

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(OH)-CH=CH^2,$$

que M. Tiemann affirme être le licaréol (linalool).

([1]) Ces photographies ont été exécutées avec le précieux concours du R. P. Thirion, de Louvain, qui a mis obligeamment à ma disposition ses appareils et son laboratoire.

» Nous avons, de notre côté, préparé le même produit par la même méthode.

» Nous avons obtenu un excellent rendement (80 pour 100 de la théorie, environ), en laissant le mélange s'échauffer spontanément aux environs de 40°-50°, au lieu de refroidir, comme le recommandent MM. Tiemann et Schmidt; nous abandonnons ensuite le mélange à lui-même pendant douze heures.

» Le *méthyl-hexényl-allylcarbinol* (*diméthyl* 2.6, *octadiène* 2.7, *ol* 6) forme un liquide incolore, bouillant à 99°-101° sous 10^{cm}, possédant une odeur peu distincte, mais rappelant celle de la méthylhepténone.

» Son *acétate*, d'odeur plus faible encore, bout à 110°-111° sous 10^{cm}; la saponification en régénère un alcool identique à celui qui lui a donné naissance.

» Nous avons répété la même réaction sur un certain nombre d'acétones analogues à la méthylheptènone et nous avons obtenu, dans tous les cas, des alcools tertiaires très stables, ne réagissant sur l'anhydride acétique qu'à 150°, mais donnant alors des acétates parfaitement normaux, fournissant par saponification des alcools identiques à ceux dont ils proviennent. Aucun d'eux n'a montré la si intéressante transformation que subit le licaréol en un isomère, le licarhodol, qui bout 27° plus haut.

» Les expériences de MM. Tiemann et Schmidt et les nôtres nous semblent montrer avec la dernière évidence que la formule adoptée par eux pour le licaréol est inexacte; d'ailleurs la transformation d'un alcool tertiaire en un alcool primaire n'a jamais été observée, la transformation inverse étant fréquente.

» Les liens si étroits qui rattachent le licaréol et le licarhodol au lémonal et à la méthylheptènone ne permettent pas davantage de conserver les formules que nous avions proposées pour ces deux alcools. La singularité de leurs réactions nous fait croire que nous avons affaire à des alcools d'une espèce particulière, comparables aux alcools vinyliques substitués.

» Nous regardons provisoirement le licaréol et le licarhodol comme possédant les constitutions

$$\underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - C(OH) = CH^2}_{\text{Licaréol.}}$$

$$\underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH = CH(OH),}_{\text{Licarhodol.}}$$

qui expliquent leur activité optique, leur instabilité et leur facile transformation en lémonal et en méthylheptènone.

» Nous n'avons, malgré nos efforts, aucune expérience positive à l'appui de cette nouvelle hypothèse, mais nous ne connaissons aucun fait qui tende à la faire écarter.

» Dans une récente Note sur l'essence de Lémon-grass (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1159), nous avons décrit les semi-carbazones de deux aldéhydes isomères, dont nous avons expliqué l'isomérie au moyen d'un déplacement de double liaison. La transformation de l'une d'elles en lémonal, dont la constitution

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - COH$$

est actuellement certaine, s'expliquera tout naturellement par une isomérie stéréochimique maléo-fumarique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des cyanacétates de propyle, de butyle et d'amyle sodés, sur le chlorure de diazobenzène.* Note de M. **G. Favrel**, présentée par M. Friedel.

« Dans une série de Communications, M. Haller ([1]), puis MM. Haller et Brancovici en France ([2]), Krukeberg ([3]), Uhlman ([4]) et Marquart ([5]) en Allemagne, ont étudié l'action des cyanacétates de méthyle et d'éthyle sodés sur les chlorures diazoïques. De l'étude faite par les trois premiers auteurs, il résulte que ces réactions donnent naissance à des composés que l'on doit considérer, jusqu'à étude plus complète, comme des hydrazones ou des dérivés azoïques se présentant dans tous les cas sous deux modifications isomériques. M. Uhlman a étudié parallèlement l'action des chlorures diazoïques nitrés sur ces mêmes éthers, et enfin M. Marquart a montré qu'ils pouvaient réagir sur d'autres composés diazoïques que ceux

---

([1]) Haller, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1171.
([2]) Haller et Brancovici, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 714.
([3]) Krukeberg, *Journ. für prakt. Chem.*, t. XLVI et XLVII, p. 579 et 591.
([4]) Uhlmann, *Journ. für prakt. Chem.*, t. LI, p. 217.
([5]) Marquart, *Journ. für prakt. Chem.*, t. LII, p. 160.

étudiés par les auteurs précédents. A mon tour, j'ai fait réagir les cyanacétates de propyle, de butyle et d'amyle sur le chlorure de diazobenzène, et j'ai pu ainsi obtenir les éthers benzène-azocyanacétates de propyle, de butyle et d'amyle.

» J'ai suivi pour la préparation de ces corps une marche semblable à celle qui a été indiquée par MM. Haller et Brancovici pour l'obtention des benzène- et toluène-azocyanacétates de méthyle et d'éthyle.

» *Benzène-azocyanacétate de propyle* $C^6H^5Az^2-\underset{CO^2C^3H^7}{\overset{CAz}{CH}}$. — 100^{cc} de solution de chlorhydrate d'aniline contenant une molécule d'aniline et trois molécules d'acide chlorhydrique par litre ont été étendus d'une égale quantité d'eau, et additionnés de glace. A ce mélange amené à zéro, j'ai ajouté peu à peu 100^{cc} d'une solution normale de nitrite de soude. Le chlorure de diazobenzène ainsi produit a été additionné par portions de l'éther cyanosodé, obtenu en mélangeant $2^{gr},3$ de sodium dissous dans 60^{gr} d'alcool propylique, à $12^{gr},70$ de cyanacétate de propyle dissous dans 20^{gr} d'alcool correspondant. Il s'est produit un précipité jaune qui a été redissous dans un excès de potasse. Le liquide filtré sur du noir animal à plusieurs reprises fournit une liqueur jaune qui, traitée par l'acide sulfurique étendu, donne enfin le benzène-azocyanacétate de propyle avec lequel, j'ai préparé les deux modifications α et β.

» *Modification* α. Elle a été préparée en dissolvant le composé obtenu dans l'éther de pétrole à chaud. La solution filtrée sur du noir animal donne par refroidissement de fines aiguilles jaune clair fondant à 78°-80°.

» *Modification* β. Pour l'obtenir, il suffit de fondre l'éther α et de le dissoudre à chaud dans l'éther de pétrole. Par refroidissement, il se dépose des cristaux prismatiques allongés, jaunes, fusibles à 102°-103°. Dans le cas où la cristallisation a lieu dans l'éther de pétrole en solution concentrée, ou dans le benzène à froid, on obtient outre les cristaux précédents d'autres cristaux présentant la forme de tables rhomboïdales ou hexagonales fusibles comme les premiers à 102°-103°.

» *Benzène-azocyanacétate de butyle* $C^6H^5Az^2\underset{CO^2C^4H^9}{\overset{CAz}{CH}}$. — La marche suivie pour la préparation de cet éther a été la même que pour l'éther précédent.

» *Modification* α. — Cristaux jaune clair, très légers, soyeux, obtenus par cristallisation dans l'éther de pétrole. Point de fusion 118°-120°.

» *Modification* β. — Elle a été préparée en dissolvant l'éther α dans la soude et en précipitant la solution par l'acide carbonique. Le précipité jaune soumis à la cristallisation dans le benzène donne des cristaux prismatiques jaune clair, fusibles à 98°-101°. L'analyse de ces deux corps a donné des résultats conformes à ceux indiqués par la formule.

» *Benzène-azocyanacétate d'amyle* $C^6H^5Az^2CH(CAz)(CO^2C^5H^{11})$. — Il s'obtient d'une façon analogue aux éthers précédents.

» *Modification* α. — Elle s'obtient en dissolvant l'éther dans la ligroïne bouillante. Aiguilles d'un jaune très clair, fusibles à 77°-78°.

» *Modification* β. — Elle a été préparée en prolongeant pendant dix minutes l'action de la ligroïne bouillante sur l'éther α; beaux cristaux jaunes, prismatiques, fusibles à 57°-59°.

» En résumé, les cyanacétates de propyle, de butyle et d'amyle sont aptes, comme leurs homologues inférieurs, à engendrer des hydrazones ou des dérivés azoïques en réagissant sur le chlorure de diazobenzène, et à fournir comme eux deux modifications isomériques. Enfin le Tableau suivant montre que les points de fusion de ces éthers décroissent à partir du dérivé méthylé jusqu'au dérivé amylé dans chaque série :

		Éther α. Point de fusion	Éther β. Point de fusion.
Benzène azocyanacétate	de méthyle......	141°	115°
»	d'éthyle.........	124-125	85
»	de propyle......	78- 80	102-103
»	de butyle.......	118-120	98-101
»	d'amyle.........	77- 78	57- 59

» Il y a toutefois exception pour le benzène-azocyanacétate de butyle.

» Je poursuis l'étude de ces nouveaux composés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'onde diurne lunaire et sur la variation seculaire du baromètre.* Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« Après avoir déterminé, dans diverses Notes antérieures, les effets des révolutions tropique, synodique et anomalistique, sur la pression barométrique, il restait à étudier l'onde diurne dépendant de l'angle horaire du méridien de la Lune avec le méridien du lieu d'observation.

» A cet effet j'ai repris l'année 1882-1883 et pour les parallèles de 10° et de 70° N, à leur intersection avec 30 méridiens distants l'un de l'autre de 12°, j'ai calculé les moyennes pressions, en faisant tourner chaque jour

l'hémisphère, de l'est à l'ouest, de $\frac{1}{30}$ de la circonférence. J'ai eu ainsi sur tout l'hémisphère autant d'observations que j'en eusse pu avoir en 30 années pour un point isolé, avec l'avantage en outre d'éliminer les diverses influences locales. J'ai d'ailleurs eu soin de diviser tout le travail en deux séries, l'une pour la Lune boréale, l'autre pour la Lune australe.

» Voici, pour le 10^e parallèle, les résultats obtenus et relevés seulement de quatre en quatre heures sur les séries complètes.

	Heures lunaires.					
	0^h.	4^h.	8^h.	12^h.	16^h.	20^h.
En Lune boréale.	$59^{mm},80$	$58^{mm},99$	$58^{mm},99$	$58^{mm},86$	$59^{mm},32$	$59^{mm},70$
» australe......	$59^{mm},60$	$59^{mm},90$	$60^{mm},34$	$60^{mm},34$	$59^{mm},73$	$59^{mm},34$

» Chaque série présente une onde diurne très nette et les deux ondes, d'égale amplitude, sont de phases opposées, le maximum en Lune boréale se présentant à peu près au moment du passage de la Lune au méridien et, inversement, en Lune australe.

» Comme il y a un léger retard, les deux séries ci-dessus ne donnent point l'heure précise des maxima et des minima, non plus que l'amplitude exacte; cette amplitude est de $1^{mm},20$ de mercure en Lune boréale et de $1^{mm},15$ en Lune australe.

» Ces résultats, en mettant en lumière l'importance de l'action lunaire, montrent en même temps que, pour la déterminer, il était indispensable de distinguer les oscillations en Lune boréale et en Lune australe et que, en ne le faisant pas, on superpose des ondes de phase contraire, qui ne peuvent laisser que des résidus très faibles.

» D'autre part, l'onde diurne ainsi définie, dépendant du signe de la déclinaison de la Lune, se rattache, dans la Mécanique céleste, à un terme des équations générales de Laplace, qui a paru négligeable dans les oscillations de la mer en raison des observations faites dans les ports au temps du grand géomètre. Ce terme a également disparu dans les formules relatives aux oscillations atmosphériques; de telle sorte que la théorie ne pouvait non plus faire prévoir les ondes barométriques dont il est ici question.

» J'ajouterai qu'en plus de ces ondes à courte période, ce que nous savons déjà des oscillations qui viennent des révolutions tropique et anomalistique conduit à la considération de mouvements de longue durée, dépendant à la fois des révolutions du nœud et du périgée et se rattachant, ainsi que j'ai dit dans une Note récente, à un cycle de 186 années solaires.

» L'onde tropique dépendant, comme l'onde diurne, du signe de la dé-

clinaison de la Lune, les oscillations barométriques à longue échéance peuvent être rattachées à une fonction analogue à celle de l'oscillation diurne, abstraction faite de l'angle horaire de la Lune, telle que

$$\frac{\alpha}{r^3} \sin\nu \cos\nu,$$

r étant la distance de l'astre au centre de la Terre, ν sa déclinaison et α dépendant à la fois de l'astre attirant et de la position du lieu considéré sur la surface du Globe.

» En partant de cette formule, j'ai, dans une première approximation, calculé, tout le long d'une période de 186 ans, la pression moyenne annuelle d'après la position du nœud et du périgée. J'ai fait ensuite les moyennes, de neuf ans en neuf ans, de ces pressions théoriques, ainsi que les moyennes correspondantes pour la série d'observations recueillies à Paris et publiées par M. Renou, de 1757 jusqu'à nos jours.

» Les résultats sont portés au Tableau ci-dessous, dans lequel j'ai disposé des coefficients de la formule de façon à faire coïncider le premier terme de la série observée avec le terme correspondant de la série calculée.

Années.	Pression observée.	Pression calculée.	Différence.
	mm	mm	mm
1753-61	»	757,65	»
1762-70	757,60	57,60	0,00
1771-79	57,66	57,60	—0,06
1780-88	57,87	57,75	—0,12
1789-97	57,22	57,00	—0,22
1798-1806	57,12	56,70	—0,42
1807-15	56,46	56,85	0,39
1816-24	55,91	56,40	0,49
1825-33	56,46	56,40	—0,06
1834-42	55,95	56,18	0,23
1843-50	55,50	55,52	0,02
1851-59	55,60	55,11	—0,49
1860-68	56,22	56,55	0,33
1869-76	56,38	56,55	0,17
1877-85	56,77	56,93	0,16
1886-94	»	56,75	»
1895-1903	»	58,00	»
1904-12	»	57,41	»
1913-21	»	57,81	»
1922-30	»	57,34	»
1931-39	»	57,49	»

» L'accord est aussi parfait qu'on pouvait l'attendre d'une formule provisoire et d'une première approximation.

» En résumé, je poserai les conclusions suivantes :

» 1° L'action de la Lune sur l'atmosphère est très notable et se manifeste, dans les mouvements diurnes, par des ondes dont l'amplitude atteint $1^{mm},20$ de mercure au 10^e parallèle, mais dont la phase est complètement renversée de Lune boréale à Lune australe; d'où il suit que si l'on n'a pas reconnu plus tôt la réalité et l'importance de cette action, cela vient de ce que, en ne distinguant pas ces deux sortes d'oscillations, on a superposé des mouvements de sens contraire, dont la résultante devait évidemment être très faible.

» 2° L'action de la Lune peut être dès maintenant rattachée aux lois de l'attraction universelle; elle rentre, notamment pour les oscillations diurnes, dans les formules de la Mécanique céleste, si l'on y veut rétablir certains termes que Laplace a trouvés négligeables dans les oscillations de la mer, et qui semblent, au contraire, d'une grande importance dans les mouvements atmosphériques.

» 3° La théorie et l'observation s'accordent pour reconnaître dans ces mouvements non seulement des oscillations de courte durée, diurnes ou semi-diurnes, telles que celles de la mer, mais encore des oscillations importantes de longue période, mensuelles, annuelles ou séculaires, qui résultent des révolutions combinées du périgée et du nœud. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les principaux résultats de la dernière ascension à grande hauteur du ballon explorateur* l'Aérophile (22 *mars* 1895). Note de MM. G. **Hermite** et G. **Besançon**. (Extrait.)

« Depuis la dernière Communication que nous avons faite à l'Académie, dans la séance du 13 janvier 1896, nous avons procédé à un nouveau lancement de notre ballon explorateur.

» L'opération a été exécutée le 22 mars dernier, à 11^h30^m du matin, par un temps très clair, que nous avions choisi en profitant des indications du Bureau Central météorologique.

» Le mode de lancement a été simplifié et perfectionné : au point de réunion des cordes de suspension du filet est fixé un anneau, dans l'intérieur duquel on a passé un câble de retenue maîtrisé, à chacune de ses extrémités, par un nombre suffisant d'hommes d'équipe et qui le laissent glisser lentement jusqu'à ce que le ballon se trouve élevé à une trentaine de mètres. A ce moment, on adapte à une corde attachée à l'avance à l'aérostat le matériel scientifique, qui se trouve disposé entre deux trapèzes reliés par des cordages supportant tout l'effort. Le trapèze inférieur est solide-

ment maintenu au sol par un câble attaché à un plateau chargé de sacs de lest, et qu'il n'y a plus qu'à couper pour donner la liberté à l'aérostat.

» Le matériel scientifique est renfermé dans un tube d'osier très léger, mais suffisamment résistant. Ce tube est lui-même environné d'un papier argenté dont la surface intérieure est recouverte d'une couche de noir de fumée. Cette disposition permet d'abriter complètement les thermomètres contre la radiation solaire. Tous les instruments sont solidement attachés par des liens élastiques, de manière à être complètement garantis contre les chocs à terre.

» Dans notre ascension du 22 mars, la force ascensionnelle nette était de 106^{kg} et le poids total, non compris celui du gaz, de 32^{kg}. Notre ballon s'est élevé perpendiculairement pendant trois ou quatre minutes, avec une vitesse qui allait en s'accélérant d'une façon très apparente.

» Nous avions disposé une excellente lunette, munie d'un micromètre, qui nous permettait d'apprécier les diamètres apparents, mais qui n'était pas pourvue de limbes gradués permettant d'apprécier l'azimuth et la hauteur. L'aérostat s'est tellement peu écarté de la verticale du point de départ, pendant près d'une demi-heure, que nous avons pu nous assurer que la vitesse d'ascension dépassait certainement 5^{m} à 6^{m} par seconde, et que l'altitude marquée par l'enregistreur n'a rien d'exagéré. Les diagrammes rapportés à terre (atterrissage à Niergnies, près Cambrai, après trois heures et demie de voyage) ont constaté une hauteur maxima de 14000^{m}, obtenue en environ trois quarts d'heure et une température de — 63° C. La température à la surface de la terre étant en ce moment de + 14° C., la décroissance totale a été de 77°, soit en moyenne 1° C. par 182^{m}. Cette valeur ne s'écarte pas beaucoup de celle que nous avions trouvée dans la journée du 20 octobre 1895, où l'aérostat, parvenu à une altitude de 15500^{m}, rencontra une température de — 70° C., le thermomètre marquant à la surface du sol + 11° C.

» Comme M. Janssen, qui avait bien voulu s'intéresser à nos premiers essais, avait manifesté quelques appréhensions sur la marche des appareils à des températures aussi basses que celles que nous avions constatées, nous avons cru devoir nous assurer, par des expériences préalables, que le savant astronome pouvait être rassuré. Nous avons placé nos enregistreurs dans des enceintes de froid et nous avons obtenu un enregistrement régulier jusqu'à — 80° C.

» Nous avons augmenté la longueur de l'appendice, afin d'obtenir, dans l'intérieur du ballon, une pression plus grande, ce qui diminue le refoulement produit à la partie supérieure de l'aérostat par la résistance de l'air, et augmente la pression avec laquelle le gaz sort par l'extrémité inférieure. Quoique nous ne nous soyons pas élevé aussi haut que dans l'ascension du 20 octobre, nous pensons que cette disposition a produit des effets heureux, et nous l'emploierons à l'avenir.... »

PHYSIOLOGIE. — *Les températures animales dans les problèmes de l'évolution.* Note de M. **Quinton**, présentée par M. Marey.

« I. La température qui préside aux réactions chimiques de la vie relève de deux facteurs : 1° température du milieu ambiant; 2° pouvoir calorifique

propre à l'animal. La température du milieu ambiant est, dans cette matière, d'une importance telle, que les lignes isocrymes ou de plus grand froid se confondent avec les lignes de répartition des espèces sur le globe.

» Or, la flore fossile montre que la température sur le globe a été toujours en décroissant; aux époques anciennes, elle était fort élevée. On doit donc se demander dans quelles conditions thermiques s'accomplissait autrefois le phénomène chimique de la vie, et comment il s'est perpétué à travers les époques plus froides qui ont suivi.

II. Les phénomènes chimiques de la vie se sont d'abord manifestés aux plus hautes températures; aux preuves fournies par l'étude de la flore, j'ajouterai la suivante : les invertébrés, les premiers vertébrés n'ont qu'un pouvoir calorifique nul ou très faible. Loin de se révéler par là comme des animaux à température chimique basse, je considère qu'ils confirment, par cette absence, les circonstances de haute température dans lesquelles ils vivaient. Un pouvoir calorifique destiné à élever leur température au-dessus du milieu ambiant leur faisait défaut : aucun besoin n'exigeait la fonction.

» Des chiffres font foi encore de cette vie aux très hautes températures. Les magnaneries marquent 40°; la tortue supporte l'étuve de 40°; Spallanzani et Sonnerat ont fait vivre, et mieux, se reproduire certains poissons par 40° et 44°; M. Marey cite un gymnote ayant prospéré par 41°; un python incube à 41°,5 (Valenciennes) : toutes températures qui seraient, comme on sait, rapidement mortelles pour l'homme.

» Ces invertébrés et ces premiers vertébrés ne mènent plus aujourd'hui, en dehors des tropiques, qu'une vie précaire. Ils ne survivent pas aux premiers froids de l'automne ou s'engourdissent; le phénomène chimique de la vie se suspend; les sangs artériel et veineux du reptile hibernant se confondent. Leur survie s'explique par une modification de leur phénomène chimique : tandis qu'au laboratoire, la pepsine du mammifère n'agit sur un aliment qu'aux environs de 38°, la pepsine du reptile agit encore à près de 0°.

» III. Les premiers animaux vivaient donc par de hautes températures qu'ils recevaient de leur milieu. Cette température tombant, que devient la vie ? Deux hypothèses logiques s'offrent.

» A. Ou la vie se continue à la température du milieu ambiant. Dans ce cas, elle modifie la réaction de son phénomène chimique et l'adapte à des températures tombées (animaux à sang froid, pepsine du reptile).

» B. Ou elle tend à maintenir artificiellement la température de son phénomène chimique et se crée, dans ce but, une fonction qui engendre de la chaleur. Dans ce cas, la vie va toutefois subir la loi générale

de l'adaptation et abaisser progressivement, dans chaque nouvelle espèce, la température nécessaire à son phénomène chimique.

» Ainsi théoriquement : 1° la fonction calorifique tire son origine du refroidissement du globe ; elle s'en ordonne donc et *ne croît qu'avec lui* ; 2° les températures chimiques, anciennement très élevées, ont toujours décru, soit pour s'équilibrer, soit pour s'adapter au milieu.

» Donc, qu'on divise les animaux actuels en deux groupes, l'un d'apparition ancienne, l'autre d'apparition moderne : le groupe ancien, ayant cessé son évolution à des époques encore peu refroidies, n'a acquis théoriquement qu'un pouvoir calorifique faible. Les animaux de ce groupe qui se sont perpétués parmi nous (tels que les monotrèmes, marsupiaux, édentés, amphibies, chiroptères, hibernants) doivent, *a priori*, témoigner d'une grande faiblesse de pouvoir calorifique, *faiblesse proportionnelle à leur antiquité*. La température chimique relevant de deux facteurs (milieu ambiant, pouvoir calorifique), les températures actuelles de ces animaux, fort basses *a priori*, doivent échelonner les espèces selon l'ordre de leur apparition.

» L'empirisme concorde avec la théorie. J'emprunte les deux premiers chiffres du Tableau qui suit à un travail récent de M. R. Semon ; les autres me sont personnels.

» Monotrèmes : *Ornithorynque*, 25° par 20° extérieur ; *Echidné*, 30° par 19° ; Marsupiaux : *Sarigue*, 33° par 20° ; Edentés : *Tatou*, 34° par 16° ; Hippopotame, 35°,3 par 11° ; Myopotame, 35°,5 par 20° ; Chiroptères : *Vampire*, 35°,5 par 18° ; Éléphant, 35°,9 par 11° ; Hibernants : *Marmotte*, 37°,3 par 20° ; *Lama*, 37°,6 ; Ane, 37,7° ; *Chameau*, 37°,9 ; Cheval, 38°.

» Dans le groupe d'apparition moderne, au contraire, l'animal ayant prolongé son évolution dans les âges froids, aura acquis progressivement un pouvoir calorifique plus élevé, tendant à maintenir les hautes températures vitales anciennes. Celles-ci ne seront tombées que par adaptation au milieu : dans ce groupe, leur chute mesurera la récence.

» C'est ce que confirme le Tableau suivant. Certaines de ces températures résultent d'observations uniques ; leurs observateurs sont différents ; leur valeur absolue est fort restreinte, mais suffit à confirmer l'induction.

» Oiseau 42 ; bœuf 40 ; lièvre 39,7 ; porc 39,7 ; lapin 39,6 ; mouton 39,5 ; élan 39,4 ; chèvre 39,3 ; chien 39,3 ; chat, panthère 38,9 ; écureuil 38,8 ; rat 38,1 ; singe 38,1 ; homme 37,5.

» L'indication de ces deux Tableaux va dans un sens inverse. Dans le premier, la chute des températures résulte, pour l'animal, de la faiblesse de son pouvoir calorifique, faiblesse proportionnelle à son antiquité; dans le second, de son adaptation au milieu, adaptation proportionnelle à sa récence.

» IV. Il résulte de cet empirisme confirmant l'induction : 1° que la vie, dans son évolution, s'ordonne du refroidissement du globe; qu'elle débuta par les températures les plus hautes, qu'elle n'eut pas d'abord pour son milieu chimique d'autre température que celle du milieu ambiant; 2° que, la température tombant, le pouvoir calorifique paraît; son origine s'éclaire; le pouvoir calorifique, fonction du refroidissement, détermine, avec les températures animales, l'ordre d'apparition des espèces; enfin, que la classe mammifère n'est pas uniquement composée d'animaux dits à sang chaud, mais qu'elle comporte tout un groupe qu'on peut véritablement nommer à sang froid. »

M. **Choisy** adresse un Mémoire sur « Les effluves électro-magnétiques ».

M. **Pierre Picard** adresse une Note relative à ses Communications antérieures sur les rayons obscurs.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mars 1896.

(*Suite.*)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, etc. 25 mars 1896. Paris, Masson et C^ie^; 1 vol. in-8°.

Étude statistique et critique sur le mouvement de la population de Roubaix (1469-1744-1893), par M. le D^r^ Alexandre Faidherbe. Ouvrage couronné

par l'Académie des Sciences. Roubaix, A. Reboux, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Les radiations nouvelles. Les rayons X et la photographie à travers les corps opaques, par M. Ch.-Ed. Guillaume. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Traité des plantations d'alignement et d'ornement dans les villes et sur les routes départementales, par M. A. Chargueraud, professeur d'Arboriculture de la ville de Paris. Paris, J. Rothschild, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bornet.)

L'Alchimie chez les Chinois et l'Alchimie grecque, par M. F. de Mely. (Extrait du *Journal asiatique.*) Paris, Imprimerie nationale, 1895; in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Notices sur les feux-éclairs à l'huile et à l'électricité, par M. Jean Rey, Ingénieur civil des Mines. Paris, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Annales des Ponts et Chaussées, 1895. Décembre. Vve Ch. Dunod et P. Vicq; 1 vol. in-8°.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Mars 1896. Paris, L. Baudoin; in-8°.

Observations astronomiques faites par M. B. d'Engelhardt, *dans son observatoire à Dresde.* Troisième Partie. Dresde, G. Baensch, 1895; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 avril 1896.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart. Avril 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Février 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Mars 1896. Paris, Chamerot et Renouard; in-4°.

Doctrine fondamentale et nouvelle de la transformation des forces, par M. Henri Frédéric. Paris, 1896; in-8°.

Manière facile et rapide d'aboucher les uretères sur l'intestin sans sutures, à l'aide d'un bouton spécial. Recherches expérimentales et cliniques, par M. le Dr Achille Boari. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; in-8°.

Notes zoologiques, par M. Galien Mingaud. (Extrait du *Bulletin de*

la Société d'Étude des Sciences naturelles de Nîmes). Nîmes, V[ve] Laporte, 1896; in-8°.

Ciel de France, le 1[er] avril à 9 heures du soir, par M. Joseph Vinot. Carte in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. L. Maquenne, Docteur ès Sciences, lauréat de l'Institut, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France. Février 1896. Paris; in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France. Congrès annuel. Séance du 26 février 1896. Paris, Firmin-Didot et C[ie], 1896; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Tome X. N° 2. Année 1896. Bruxelles, Hayez; in-8°.

Actes de la Société scientifique du Chili, fondée par un groupe français. Tome V (1895). Santiago, 1895; gr. in-8°.

The Jack Rabbits of the United States, by M. T. S. Palmer, M. D. Washington, 1896; in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e publicate per cura del Prof. P. Tacchini. Roma, G. Bertero, 1896; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 avril 1896.

Inauguration du monument de Boussingault au Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris, le dimanche 7 juillet 1895. *Discours de MM.* Th. Schlœsing, A. Laussedat, Ach. Muntz et André Lebon. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; in-8°.

Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie, par MM. Ed. Bonnet et G. Barratte, Membres de la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie. Paris, Imprimerie nationale, 1896; gr. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Avril 1896. Paris; in-8°.

L'Aérophile. Revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent. Directeur : Georges Besançon. 1895; in-8°.

Aide-Mémoire de l'Officier de Marine, de M. Édouard Durassier, continué par M. Charles Valentino, Bibliothécaire du Ministère de la Marine. 1896, Paris, H.-Charles Lavauzelle; in-18.

Annales de Pharmacie, publiées par M. Fernand Ranwez. 1[re] année 1895. Louvain, Charpentier et J. Schoonjans; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 7 avril 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. Directeur : M. Joseph Vinot. Mai 1896. Mayenne, Soudée; in-4°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 5 avril 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; in-8°.

Le Opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale soto gli auspicii di S. M. il Re d'Italia. Volume V. Firenze, Barbera, 1895; in-4°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de M. A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXV. Fasc. I. Turin, H. Loescher, 1896; in-8°.

Report of the Commissioner of education for the year 1892-93. Washington, 1895, Vol. I-II; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 février 1896.)

Note de M. *de Heen,* Sur une expérience montrant que les rayons X émanent de l'anode :

Page 383, ligne 5 en remontant, *au lieu de* M. de Heen, *lisez* MM. de Heen et Develshauven.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES. — *Au sujet d'une lettre inédite de Gauss* (1). Note de M. DE JONQUIÈRES.

« La mémoire de M. Hermite était très fidèle. Grâce à l'indication que notre éminent Confrère avait bien voulu me donner, à l'obligeant empressement de M. Mouillot, l'honorable directeur du *Moniteur universel*, et à l'ordre parfait qui règne dans les archives de ce journal, j'ai pu retrouver sans peine l'article publié le 21 mars 1807 (p. 312) par Poinsot, alors professeur de Mathématiques au lycée Bonaparte, sur les *Recherches arithmétiques* de Gauss, dont la traduction par M. Poullet-Delisle venait

(1) Voir ma première Communication, séance du 13 avril 1896, *Comptes rendus*, n° 15, p. 829.

de paraître. On admire, dans cette analyse, la justesse d'appréciations, la finesse d'aperçus et le bonheur d'expressions qui caractérisent toutes les productions de l'illustre auteur des *Éléments de Statique* et de la *Théorie nouvelle de la rotation des corps* et de Mémoires arithmétiques bien connus des géomètres.

» L'Académie voudra bien me permettre d'en extraire ici quelques passages.

» ..... Ces recherches sont, au fond, des recherches très savantes sur les *propriétés générales* des nombres, et sur l'*analyse indéterminée* à laquelle elles se lient : matière profonde, inépuisable, la plus neuve et la plus ardue peut-être de toutes les parties des Mathématiques ......

» Quand les autres branches des Mathématiques se sont élevées par degrés à la perfection, et que les géomètres y ont si bien réalisé cette allégorie, qu'*un enfant monté sur les épaules d'Hercule voit plus loin que lui*, la doctrine des nombres, malgré leurs travaux, est restée pour ainsi dire immobile, comme pour être, dans tous les temps, l'épreuve de leurs forces et la mesure de la pénétration de leur esprit. C'est pourquoi M. Gauss, par un Ouvrage aussi profond et aussi neuf que ses *Disquisitiones arithmeticæ,* s'annonce certainement comme une des meilleures têtes mathématiques de l'Europe.

» Cette appréciation n'était pas sans mérite, à la date où Poinsot la produisait; la brillante pléiade de géomètres, que les leçons ou l'exemple de Gauss devaient bientôt susciter en Allemagne, n'avait pas encore fait son apparition. Elle s'accorde bien avec ce mot de Lagrange, dont je dois la connaissance à notre éminent Secrétaire perpétuel M. Bertrand. Quelqu'un demandait à l'illustre géomètre quel était le meilleur mathématicien de l'Allemagne, et, comme il répondait par un nom assez peu connu : « Mais Gauss, lui dit son interlocuteur, qu'en faites-vous donc? Oh! Gauss, « répliqua Lagrange, c'est le seul! » Hommage d'autant plus honorable et désintéressé, que Gauss, après avoir retrouvé tout seul, *sans être monté sur les épaules de personne*, tout ce que savaient ses devanciers, venait de faire avancer la Science des nombres beaucoup plus loin qu'eux et que ne l'avait fait Lagrange lui-même!

» Après une analyse très succincte de l'œuvre de Gauss, Poinsot ajoute, en parlant de la traduction :

» Ce que nous venons de dire peut donner une idée de la profondeur et de la difficulté de l'Ouvrage. Il fallait donc un bon géomètre et un habile traducteur pour le bien rendre. Car il ne s'agit pas ici d'une traduction ordinaire qui ne demande que la connaissance de deux langues. Il faut sans doute une intelligence rare pour comprendre à fond des démonstrations aussi délicates; une attention bien soutenue pour

suivre des énumérations si laborieuses ; examiner si elles sont complètes, afin de se pénétrer des raisonnements de l'auteur ; de faire saillir dans le discours les points où la difficulté se forme et les points où elle se dénoue, et de s'approprier tellement les choses, qu'elles paraissent non seulement écrites, mais pensées dans la langue même du traducteur... ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur un cas de parasitisme passager du* Glyciphagus domesticus *de Geer*. Note de M. **Edmond Perrier**.

« Il y a quelques semaines, M. le Directeur de l'Assistance et de l'Hygiène publiques au Ministère de l'Intérieur me fit l'honneur de me communiquer une lettre du sous-préfet de Valognes, l'informant que deux maisons de Barfleur avaient été rendues inhabitables par la multiplication inouïe d'un très petit « Insecte », importé par une jeune domestique de Cherbourg. Les spécimens du parasite qui m'étaient adressés, ayant été égarés en route, je priai M. Malard-Duméril, chef des Travaux scientifiques du Laboratoire maritime du Muséum à Saint-Vaast-la-Hougue, de se rendre à Barfleur et d'y recueillir des spécimens nouveaux. Les deux maisons contaminées et leurs habitants étaient pour ainsi dire tenus en quarantaine; le médecin de la localité avait été avisé que, s'il entrait dans les immeubles envahis, on renoncerait à l'appeler en ville auprès des malades, et les membres de la famille parasitée se tenaient d'eux-mêmes, avec un scrupule qui les honore, à distance de leurs concitoyens. Ce ne fut pas sans peine cependant que M. Malard put conserver quelques spécimens du parasite; dans l'eau, dans l'alcool, dans la glycérine, ils se gonflaient et éclataient avec la plus grande facilité; quelques-uns m'arrivèrent cependant en bon état, accompagnés de deux croquis que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. On reconnaîtra facilement dans l'un de ces croquis, à ses poils plumeux, un *Glyciphagus,* qui n'est autre d'ailleurs que le *Glyciphagus domesticus* de Geer, Acarien commun en France, mais qui se multiplie surtout dans les établissements où des débris organiques

---

([1]) Il n'y a rien à ajouter à cet éloge, mais je crois utile d'avertir ceux qui voudraient étudier Gauss dans la traduction, qu'il s'est glissé dans l'impression de celle-ci de nombreuses fautes typographiques (outre celles signalées par l'auteur dans l'*Errata*), dont plusieurs pourraient entraver un lecteur non prévenu. Celui-ci fera donc bien de commencer par corriger le texte à l'aide de l'édition latine publiée à Göttingue, en 1863.

sont habituellement accumulés; on trouve souvent dans les épiceries, par exemple, une espèce voisine sinon identique, le *G. prunorum*, sur les fruits secs, tels que les pruneaux ou les figues.

» L'autre croquis représente également un Arachnide, qui effrayait plus encore que le Glyciphage, à raison de sa taille plus grande et des pinces de Scorpion dont il est armé. C'était, en effet, un Faux Scorpion, voisin de la Pince de bibliothèques et appartenant au genre *Chtonius* ou au genre *Chiridium;* ces animaux se nourrissent presque exclusivement d'Acariens; ils s'étaient multipliés en même temps que leur gibier habituel; le remède était donc déjà à côté du mal; mais la lutte pouvait durer un certain temps et je conseillai d'essayer une épuration des deux maisons par les vapeurs d'acide sulfureux, offrant d'ailleurs de me rendre à Barfleur, lors d'un prochain voyage à Saint-Vaast, et d'examiner sur place la situation. Par une lettre en date du 20 mars, M. le Directeur de l'Assistance et de l'Hygiène publiques a bien voulu me réclamer le résultat de mon examen; au point de vue de l'histoire du parasitisme, ce résultat me paraît de nature à être conservé dans les *Comptes rendus* de l'Académie.

» On a déjà signalé divers cas d'invasion, par les Glyciphages, d'établissements où l'on met en œuvre des matières organiques (fabriques de brosses, de boutons d'os, de poudre de viande) [1].

» Il ne s'agit ici de rien de semblable; les deux maisons, que j'ai visitées et qui ont été totalement débarrassées de leurs parasites par les vapeurs d'acide sulfureux, sont d'une absolue propreté; les peignes même que j'ai demandé à voir, parce que les Glyciphages se logent souvent entre leurs dents, étaient, lors de ma visite, tout à fait inopinée, en parfait état. Les Glyciphages ont été bien réellement importés dans ces maisons par la jeune domestique de Cherbourg, visée dans le rapport du sous-préfet de Valognes; les habitations envahies appartiennent l'une à ses parents, l'autre à une tante. La jeune fille avait dû quitter sa dernière place, parce que *sa tête était couverte d'une telle quantité de glyciphages* qu'elle ne pouvait la secouer sans répandre sur ses habits une abondante poudre blanche toute formée par les Acariens; quelques semaines ont suffi pour que les Acariens se multipliassent, après son arrivée, dans la maison de ses parents au point d'incommoder tout le monde; ils s'étaient, en particulier, logés en grand nombre dans les sourcils du père de la jeune fille, un pêcheur du meilleur

---

[1] MÉGNIN, les *Acariens parasites* (*Aide-mémoire* Léauté). — TROUESSART, *Les Parasites des habitations* (*ibid.*)

aspect. Un vêtement oublié chez la tante avait suffi à infester la maison de celle-ci, qui est d'une propreté presque luxueuse. Le fait intéressant à retenir ici, c'est que les habitations n'avaient été infestées que secondairement par des *Acariens habituellement libres, mais devenus accidentellement et momentanément parasites.*

» Les effets de ce parasitisme étaient d'ailleurs bénins; ils se bornaient à des démangeaisons assez faibles et à une sensation de fourmillement causée par le contact des pattes et des chélicères en pince didactyle de l'Acarus. Ils semblent avoir été plus faibles que ceux habituellement déterminés par les *Rougets*, larves parasites d'Acariens des genres *Trombidium* et *Rhyncholophus*, et par les *Pédiculoïdes* qui vivent habituellement dans les chaumes verts ou sur les chenilles de la Teigne du blé [1], le *Tetranychus molestissimus* de la République argentine et le *Tydeus molestus* qui vivent habituellement sur des végétaux.

» Comment les *Glyciphagus* étaient-ils arrivés sur la tête de la jeune malade? Avant de servir chez ses derniers maîtres, cette jeune fille avait été huit ans employée dans une charcuterie. Il est presque impossible que, dans un établissement de ce genre, si bien tenu qu'il soit, les Glyciphages ne soient pas plus ou moins abondants; leur nourriture y est naturellement presque exclusivement animale et les prédispose au parasitisme; c'est vraisemblablement là qu'il faut chercher la cause de la localisation singulière qu'ils ont momentanément présentée. Des lotions à l'eau de Cologne et à la liqueur Van Swieten ont promptement débarrassé la patiente de ses hôtes. »

BOTANIQUE. — *Truffes* (Terfâs) *de Mesrata, en Tripolitaine;* par M. Ad. Chatin.

« Dans les premiers jours d'avril 1894, M. Hanotaux me faisait l'honneur de m'écrire, en m'envoyant quelques tubercules d'un Terfâs que, d'après ses instructions, M. d'Estrées, consul général de France à Tripoli, avait fait rechercher :

« ... On récolte les Truffes aux environs de Tripoli, à Gharzan, dans le Djebel

(1) R. Moniez, *Traité de Parasitologie*, 1896, et Études antérieures du même auteur.

tripolitain, ainsi qu'aux environs de Tliten et de Mesrata, sur la côte orientale du Villayet.

» La qualité de Mesrata est réputée la meilleure. »

» Très désireux de recevoir la Truffe de Mesrata, qui pouvait différer de celle de Tripoli, dans laquelle j'avais reconnu le *Terfezias Boudieri* d'Algérie, de Damas et du Caucase, je priai encore M. Hanotaux de vouloir bien la faire rechercher, ce qui vient d'être fait avec un si complet succès par notre consul général, qu'au lieu d'une seule espèce de Truffe, il m'en a été envoyé deux.

» Le 4 mars, M. d'Estrées m'écrivait :

» J'ai l'honneur de vous informer que, dès l'automne (1) dernier, je n'avais pas manqué de faire rechercher à Mesrata les Truffes que vous avez bien voulu me demander par lettre du 29 juin.

» Malheureusement, les pluies ayant été tardives, ce n'est qu'hier que j'ai pu recevoir deux échantillons de Terfâs, recueillis, l'un à Defnia, l'autre à Wadi-Mimon, localités voisines de Mesrata.

» Je suis heureux de vous faire savoir que j'adresse aujourd'hui même, au Département des Affaires étrangères, pour vous être transmis, les tubercules dont il s'agit, qui sont accompagnés des spécimens de la plante-nourrice et de quelques grammes de la terre de la Truffière....

» De son côté, M. Bompard, Directeur actuel des Consulats m'écrivait le 18 mars, au nom de M. Berthelot, Ministre des Affaires étrangères :

» ... M. le Consul général de France à Tripoli de Barbarie qui, ainsi que je vous l'ai fait savoir le 29 mai dernier, n'avait pu se procurer les Truffes que vous m'aviez exprimé le désir de recevoir, vient de me faire parvenir deux échantillons de Terfâs de Mesrata. J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint ces spécimens.

» Ayant procédé sans retard, avec mon ancien élève M. Ém.. Boudier, aujourd'hui le chef incontesté de la Mycologie, à l'examen des Terfâs du Wadi-Mimon et de Defnia, nous n'avons pas tardé à reconnaître (à regret, car nous avions espéré des espèces nouvelles) en eux d'anciennes connaissances, toutes deux d'ailleurs distinctes du Terfâs des environs de Tripoli, reçu il y a deux ans, lequel est le *Terfezia Boudieri,* espèce que j'ai décrite pour la première fois d'après des tubercules du Sud algérien

---

(1) On avait dit à M. le Consul général, renseignement inexact comme celui donné en Algérie au général de La Roque sur les *Tirmania,* que la Truffe de Mesrata mûrissait dès l'automne. Or, tous les Terfâs sont de maturation printanière.

(Barika, Biskra, Tougourt) et dont une variété (*T. Boudieri arabica*) me fut envoyée de Damas avec d'autres tubercules sur lesquels je fondai le *Terfezia Claveryi*, espèce retrouvée en Algérie, Tunisie et Chypre.

» Or, le Terfâs de Wadi-Mimon n'est autre que ce *Terfezia Claveryi* ou Kamé de Damas, nettement caractérisé par ses tubercules en forme de figue, sa chair blanc jaunâtre homogène et comme butyracée, ses sporanges arrondis, à huit spores finement et irrégulièrement réticulées, d'un diamètre de 22 à 23 μ.

» Quant au Terfâs de Defnia, la forme presque ronde des tubercules, le périderme grisâtre, la chair blanche et ferme, les sporanges à six ou quatre spores seulement, non à huit, le grand diamètre (30 à 32 μ) des spores qui n'est dépassé que par celui du *Terfezia oligosperma*, et leur revêtement tout spécial, composé de grandes verrues à sommet tronqué comme dans le *Terfezia Leonis*, mais plus allongées, moins grosses et entremêlées d'autres verrues, ou plutôt de papilles plus fines, se font reconnaître pour le Kamé (dit *noir*) de Bagdad, dont j'ai fait le *Terfezia Metaxasi*, sur des tubercules envoyés gracieusement par M. Metaxas, naturaliste voyageur.

» Plus rare que la plupart des Terfâs, le *Terfezia Metaxasi* n'avait pas été retrouvé depuis son envoi de Bagdad, en 1891; seul le *Terfezia Hafizi*, reçu aussi de Bagdad, et non observé ailleurs, est peut-être plus rare encore.

» Mais l'on peut espérer, étant donnée la grande aire géographique de la généralité des Terfâs, que l'isolement actuel du *Terfezia Hafizi* n'est que temporaire.

» En somme, la Tripolitaine compte aujourd'hui trois espèces bien distinctes de Terfâs, savoir :

» Le *Terfezia Boudieri*, des environs de Tripoli;

» Les *Terfezia Claveryi* et *Metaxasi*, qu'on récolte près de Mesrata.

» Bien plus riche est l'Algérie, car, bien qu'on n'y ait pas signalé encore le *Terfezia Metaxasi*, elle possède, seule jusqu'à ce jour, les deux *Tirmania* (*T. africana* et *T. Cambonii*), et, de plus, les *Terfezia Boudieri*, *Claveryi* et *Leonis*.

» Ajoutons, pour compléter cet aperçu comparatif des Terfâs de l'Afrique du Nord, que j'ai reçu, de Tunisie, les *Terfezia Claveryi* et *Leonis*, et du Maroc, le *Terfezia Goffartii* de Tanger, le *Terfezia Leonis*, var. *Mellerionis* de Casablanca.

» La terre des Truffières de la région de Mesrata est un fin sable jaune, contenant très approximativement, sur 100 parties :

	gr
Azote	0,10
Matières organiques	2,00
Chlore et iode	fortes traces
Chaux	4,50
Magnésie	fortes traces
Potasse	0,30
Oxyde ferrique	3,00
Manganèse	fortes traces

» Cette analyse montre, une fois de plus, que les sables désertiques ne sont pas dépourvus des matières utiles au développement des Terfâs, lesquels ne peuvent, pas plus que nos Truffes, se passer d'azote, de phosphore, de chaux, de potasse et de fer, ce dernier toujours accompagné de ses satellites, l'iode et le manganèse.

» La plante-nourrice, récoltée sans fleurs ni fruits, paraît être un petit *Cistus?* vivace, sous-ligneux, à peine haut de 12^{cm} à 20^{cm}, à feuilles étroites, elliptiques et enroulées sur les bords.

» Or, on reconnaîtra que les faits bien constatés sont aujourd'hui assez nombreux pour que cette loi soit formulée : « Les Terfâs ont pour nourrices » des herbes ou de petites espèces sous-ligneuses, et les Truffes proprement dites (Truffes de Périgord, etc.), des arbres ».

» Chaque jour ajoute à la grande aire d'expansion des Terfâs.

» En dehors de l'Afrique du Nord, leur terre privilégiée où ils s'étendent du Sahara sur les hauts plateaux, on récolte et consomme ces utiles Tubéracées dans les régions de :

» Bagdad : *Terfezia Metaxasi* et *T. Hafizi;*

» Damas : *Terfezia Claveryi* et variété *arabica* du *T. Boudieri;*

» Téhéran : *Terfezia Hanotauxii;*

» Choucha au Caucase : *Terfezia Boudieri*, variété *Auzepyi;*

» Smyrne : *Terfezia Leonis;*

» Chypre : *Terfezia Claveryi;*

» Et dans l'Europe du Sud, limite septentrionale des Terfâs : le *Terfezia Leonis* en Sardaigne, en Sicile, en Espagne? en Provence et dans les Landes de Gascogne? »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction des alcools terpéniques contenus dans les huiles essentielles;* par M. A. **Haller.**

« La publication récente par MM. Tiemann et P. Krieger ([1]) d'une *méthode de purification des alcools,* méthode spécialement appliquée aux alcools contenus dans les essences, nous oblige à faire connaître les recherches que nous poursuivons dans le même sens depuis quelque temps et les résultats obtenus. Dans notre étude sur les bornéols et en particulier sur le camphol de romarin ([2]), nous avons, dès 1889, mis à profit la propriété que possèdent les acides bibasiques de donner, avec les alcools, des éthers acides solubles et saponifiables par les alcalis, pour séparer le bornéol du camphre.

» Ce même procédé a servi, en 1890, à M. Dodge ([3]), dans son étude de l'essence de citronnelle. Nous avons préconisé plus tard la préparation du phtalate acide de méthyle ([4]) au moyen de l'anhydride phtalique, pour obtenir facilement l'alcool méthylique pur.

» Vers la même époque, nos recherches nous ont amené, en même temps que notre collègue et ami M. Cazeneuve ([5]), à préparer les éthers camphoriques acides par l'action des alcools sodés sur l'anhydride camphorique droit. M. Cazeneuve a même généralisé la réaction.

» M. Hesse ([6]) enfin a encore utilisé la propriété que possèdent les anhydrides des acides bibasiques et en particulier celui de l'acide camphorique, pour isoler le réuniol (rhodinol) de l'essence de Pélargonium de la Réunion.

» A part cette dernière application de la réaction connue des anhydrides bibasiques sur les alcools, les méthodes employées jusqu'alors pour extraire les alcools des essences et les débarrasser des corps indifférents (carbures pour la plupart) auxquels ils sont mélangés, sont : la distillation fractionnée à pression normale ou réduite et leur transformation en éthers des acides

---

([1]) *Deut. chem. Ges.,* 1896, t. XXIX, p. 901.
([2]) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 140 et 1308; t. CX, p. 580.
([3]) *Ann. Chem. Journ.,* 1890, t. XII, p. 563.
([4]) *Comptes rendus,* 1892, t. CXIV.
([5]) *Bull. Soc. chim. Paris,* 3e série, t. VII, p. 243 et t. IX, p. 90 (Cazeneuve).
([6]) *Journ. fur prakt. Chem.,* 2e série, t. L, p. 472.

monobasiques à point d'ébullition plus élevé. Ce dernier procédé est même calqué sur une méthode employée depuis longtemps par M. Berthelot ([1]) pour séparer le camphol du camphre, dans ses recherches sur la synthèse de cet alcool au moyen du camphre.

» Comme le font aussi remarquer MM. Tiemann et Krieger, on sait avec quelle facilité beaucoup de combinaisons terpéniques se décomposent ou subissent des changements isomériques quand on les chauffe seuls ou avec des acides. Aussi notre méthode, qui consiste à traiter ces alcools par des acides ou des anhydrides d'acides bibasiques, applicable pour certains d'entre eux, ne l'est plus quand il s'agit d'alcools terpéniques qui se déshydratent sous l'influence des acides, comme c'est le cas avec le linalool.

» Nos recherches ont porté sur différentes variétés d'essences de géranium, et sur les essences de citronnelle, de menthe d'Amérique et d'aspic. Avant de les soumettre à l'action des acides, ces essences ont été dosées au point de vue de leur teneur en alcools terpéniques et en éthers composés de ces alcools. Elles ont ensuite été saponifiées par la quantité voulue de potasse alcoolique pour mettre tout l'alcool en liberté, et le produit fut lavé à l'eau et desséché sur du sulfate de soude anhydre.

» Les huiles essentielles ainsi préparées furent soumises aux deux sortes de traitements suivants :

» 1° On chauffe l'essence seule, ou diluée dans un carbure, avec la quantité théorique d'anhydride succinique ou phtalique de façon à former avec l'alcool contenu dans le produit un éther acide. Après ce traitement on laisse refroidir, on filtre s'il y a lieu, et l'on épuise le liquide avec une solution concentrée de carbonate de soude. Les liqueurs alcalines, préalablement épuisées à l'éther, sont réunies et chauffées au bain-marie avec un excès de soude caustique jusqu'à ce que la couche d'huile, qui ne tarde pas à se former, n'augmente plus. On peut aussi aciduler le liquide et séparer l'éther acide qui surnage. Dans le premier cas, on obtient un mélange d'alcool provenant de la saponification, et du sel de soude de l'éther acide qui est entraîné en quantités d'autant plus grandes que la solution alcaline est plus concentrée. Quelle que soit la méthode employée, on dissout le produit dans la potasse alcoolique, on détermine la saponification totale, on traite par l'eau, et l'huile qui se sépare est finalement desséchée et rectifiée. On peut aussi la purifier en la distillant dans un courant de vapeur d'eau.

([1]) *Annales de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVI, p. 82, et *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. I, p. 148.

» 2° L'essence, préalablement saponifiée et séchée, est diluée dans de l'éther ou de la benzine purs, puis additionnée d'une quantité de sodium en fil correspondant à l'alcool qu'elle renferme. Il est rare que tout le sodium entre en réaction; on élimine l'excédent et l'on ajoute au produit sodé la quantité d'anhydride correspondant au métal dissous

$$R\langle{}^{CO}_{CO}\rangle O + C^{10}H^{17}ONa = R\langle{}^{COOC^{10}H^{17}}_{COONa}.$$

» La réaction terminée, on traite toute la masse par de l'eau, on soutire la liqueur aqueuse et on lave l'huile restante avec de l'eau alcaline. Les solutions aqueuses réunies sont lavées avec de l'éther et soumises au même traitement que ci-dessus.

» Cette seconde méthode de traitement est surtout spplicable aux essences qui renferment des alcools que les acides déshydratent, comme c'est le cas avec les essences de bergamotte, d'aspic, de lavande, de linaloès, qui toutes contiennent du linalool à l'état libre ou à l'état d'éthers composés. Elle ne peut naturellement pas s'appliquer aux essences qui, outre les alcools terpéniques, renferment des aldéhydes, à moins qu'on ne veuille hydrogéner celles-ci et les transformer en alcools, ou bien les éliminer au préalable au moyen des bisulfites. Dans certains cas (et il en est ainsi de l'essence de menthe), la méthode au sodium pourrait permettre d'obtenir plus de menthol que n'en accuse l'analyse, si tout le métal entrait en réaction, car la menthone, que contiennent certaines essences de menthe, est transformée par réduction en menthol qui s'ajouterait à celui contenu primitivement dans l'huile.

» Ont été traitées par la première méthode :

» 1° *Essence de Géranium de Bourbon, de la maison Chiris, à Grasse.*

» Le dosage a accusé dans cette essence les quantités d'alcool suivantes, calculées en géraniol :

Géraniol combiné. Pour 100.	Géraniol libre. Pour 100.	Géraniol total. Pour 100.
20,48	46,72	67,2
20,63	48,17	68,8

» L'essence, saponifiée au préalable, a été chauffée en vase clos à 120°, pendant six heures, avec la quantité d'anhydride succinique correspondant au géraniol total. Le produit de la réaction a ensuite été soumis au traitement décrit plus haut.

» Le rendement en alcools terpéniques rectifiés a été de 79 pour 100 de la quantité totale accusée par l'analyse.

» 2° *Essence de Géranium d'Afrique* (*Chiris*).

» Cette essence renfermait 15,55 pour 100 de géraniol à l'état d'éthers, 49,90 pour 100 de géraniol libre; soit 65,45 pour 100 de géraniol total.

» Après saponification, elle fut chauffée au bain-marie avec de l'anhydride phtalique dissous, au préalable, dans la benzine pure exempte de thiophène.

» Rendement en alcools terpéniques : 50,5 pour 100.

» 3° *Essence de Menthe d'Amérique, de la maison Schimmel, de Leipzig.*

Menthol contenu à l'état d'éthers...	11,69
Menthol libre	40,82
Menthol total	52,51

» L'essence, saponifiée, fut chauffée à 140°-150°, pendant six heures, avec de l'anhydride phtalique, et le produit, soumis au traitement indiqué, fournit 84 pour 100 de la quantité de menthol contenu dans l'essence. Nous avons remarqué qu'à côté du menthol solide, il existe un autre alcool huileux, qui est peut-être un isomère de $C^{10}H^{20}O$. Nous nous proposons de revenir sur ce produit dès que nous serons en possession de notables quantités d'essences.

» Ont été soumises au traitement au sodium :

» 4° *Essence de Géranium de Bourbon.* — La réaction, entre l'essence saponifiée et séchée et le sodium en fil, a été faite au sein de l'éther anhydre et en chauffant légèrement. Avant que tout le sodium fût dissous, on a ajouté au liquide la quantité théorique d'anhydride succinique délayé dans l'éther. Le tout s'est pris en une masse gélatineuse qu'on a étendue d'éther et traitée par l'eau.

» Rendement des alcools terpéniques, 25 pour 100 de la quantité totale contenue dans l'essence.

» Un autre essai fait, avec la même essence, a été fait en employant comme dissolvant de l'essence de térébenthine. Dans ces conditions, le rendement a été de 50 pour 100.

» 5° *Essence de Géranium d'Afrique.* — Cette essence fut diluée de deux fois son poids de benzine pure et traitée par du sodium. Le produit sodé, additionné d'une solution d'anhydride phtalique dans le même carbure, donna un dépôt de phtalate double de sodium et d'alcool terpénique, qui fut soumis au traitement habituel ainsi que le carbure surnageant. Rende-

ment : 61,1 pour 100 dans une première opération, 77,8 pour 100 dans un second traitement.

» 6° *Essence de Citronnelle de la maison Schimmel et Cᵒ de Leipzig.*

Alcools terpéniques à l'état d'éthers	11,70 pour 100
Alcools totaux	49,74 pour 100

» Cette essence a été traitée comme la précédente et l'opération a fourni 50 pour 100 de la totalité des alcools contenus dans le liquide. Ce faible rendement provient de la facilité avec laquelle les liquides s'émulsionnent avec les solutions alcalines et même avec l'eau, et de la persistance de ces émulsions.

» 7° *Essence d'Aspic.* — Alcools terpéniques après saponification : 24,37 pour 100.

» Traitée comme les essences des numéros 5° et 6°, cette huile a fourni pour 200gr de matière mise en œuvre, 8gr d'un alcool liquide (linalool) et 13gr de bornéol, c'est-à-dire moins de 50 pour 100 des alcools contenus dans l'essence.

» Comme MM. Tiemann et P. Krüger, nous avons observé que la résistance qu'opposent les éthers camphoriques à la saponification ne permet pas de recommander l'emploi de cet acide dans les traitements des essences, d'autant plus qu'il est moins économique que les anhydrides phtalique et succinique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1896.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Gegner. — MM. J. Bertrand, Fizeau, Berthelot, Hermite, Daubrée.

Prix Jérôme Ponti. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Daubrée, Fizeau, Lœwy.

Prix Tchihatcheff. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Guyou.

Prix Cahours. — MM. Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Schützenberger.

Prix Saintour. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Daubrée, Lœwy.

Grand prix des Sciences mathématiques. — MM. Darboux, Picard, Poincaré, Jordan, Hermite.

Prix Bordin. — MM. Poincaré, Picard, M. Lévy, Appell, Darboux.

Prix Damoiseau. — MM. Tisserand, Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf.

Prix Vaillant (question présentée en 1894 et remise au concours de 1896). — MM. Cornu, Mascart, Fizeau, Lippmann, Friedel.

Prix Vaillant. — MM. Bassot, Bouquet de la Grye, Tisserand, Laussedat, d'Abbadie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Gouvernet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à la solution de différents problèmes industriels.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** donne lecture d'une Lettre qui lui a été adressée par M^me^ **Verneuil** pour lui annoncer que, conformément au désir exprimé par son mari, elle vient de faire remettre à l'Académie le buste en marbre de notre regretté Confrère.

M. **Jules Künckel d'Herculais** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale par le décès de M. *Reiset*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé : « Essais de *Jean Rey* ». Réimpression de l'édition de 1630. (Présenté par M. Grimaux.)

2° Le 1^er^ fascicule d'une « Chimie des matières colorantes artificielles », par MM. *A. Seyewetz* et *P. Sisley*. (Présenté par M. Friedel.)

3° Un Ouvrage de MM. *P. Viala* et *L. Ravaz* ayant pour titre : « Les vignes américaines; adaptation, culture, greffage, pépinières ». (Présenté par M. Guignard.)

4° La première année de « l'Électrochimie », revue publiée par M. *Adolphe Minet*, et une Conférence sur l'Électrochimie donnée par le même auteur à la Société industrielle de Nancy.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la valeur approchée des coefficients des termes d'ordre élevé dans le développement de la partie principale de la fonction perturbatrice.* Note de M. **Adrien Féraud**, présentée par M. Poincaré.

« Considérons deux planètes se mouvant dans le même plan et désignons par l, u, $e = \sin\varphi\left(\tang\frac{\varphi}{2} = \tau\right)$ et L^2 les anomalies moyenne et excentrique, l'excentricité et le demi grand axe de la planète dont l'orbite est elliptique; par l' et L'^2 l'anomalie moyenne ou excentrique et le rayon de la deuxième planète dont l'orbite est circulaire et par β le rapport $\frac{L'^2}{L^2}$.

» *Je suppose que l'orbite elliptique enveloppe sans le rencontrer l'orbite circulaire.* Cette hypothèse entraîne la condition $\beta < 1 - \sin\varphi$.

» L'étude des coefficients du développement de la partie principale de la fonction perturbatrice par rapport aux sinus et cosinus des multiples des deux anomalies moyennes se ramène à l'étude des coefficients $A_{m,n}$ du développement d'une fonction de deux variables par rapport aux puissances croissantes et décroissantes de ces variables.

» Si l'on considère la suite simplement infinie des coefficients $A_{m,n}$ dont les indices m et n satisfont aux relations

$$m = -ap + b, \qquad n = -cp + d \qquad (c > 0),$$

ces coefficients sont ceux du développement de la fonction

$$\varphi(t) = \frac{L^{-2}}{2\pi^2}\int_{|x|=1} \frac{1 - \frac{\sin\varphi}{2}\left(x + \frac{1}{x}\right)}{\left[x e^{-\frac{\sin\varphi}{2}\left(x - \frac{1}{x}\right)}\right]^b} dx$$

$$\times \int_{|y|=1} \frac{dy}{y^d\left[1 - \frac{x^a e^{-\frac{a\sin\varphi}{2}\left(x-\frac{1}{x}\right)} y^c}{t}\right]\sqrt{y\left[\left(x\cos\frac{\varphi}{2} - \sin\frac{\varphi}{2}\right)^2 - \beta x y\right]\left[\left(x\sin\frac{\varphi}{2} - \cos\frac{\varphi}{2}\right)^2 y - \beta x\right]}},$$

par rapport aux puissances croissantes de $\frac{1}{t}$. Cette fonction se trouve déterminée par sa valeur initiale $\varphi(t_0)$, correspondant à une valeur initiale t_0 du module plus grand que l'unité.

» La fonction $\varphi(t)$ que j'introduis ainsi est un peu différente, par sa définition analytique, de la fonction $\Phi(z)$ que M. Poincaré introduit dans ses belles recherches sur le développement de la fonction perturbatrice.

» Les valeurs singulières de la fonction $\varphi(t)$ qu'il suffit de considérer sont celles que l'on obtient en remplaçant, dans l'expression

$$(1)\qquad t = \beta^c x^{a+c} e^{-\frac{a\sin\varphi}{2}\left(x-\frac{1}{x}\right)}\left(x\sin\frac{\varphi}{2} - \cos\frac{\varphi}{2}\right)^{-2c},$$

x par les racines des équations

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{(x-\tau)(\tau x-1)}{x(1+\tau^2)} = \dfrac{c}{a}\,\dfrac{1+\tau x}{1-\tau x}, & \dfrac{(x-\tau)(\tau x-1)}{x(1+\tau^2)} = -\beta, \\ \dfrac{(x-\tau)(\tau x-1)}{x(1+\tau^2)} = \beta, & x = \tau. \end{cases}$$

» Pour distinguer, parmi ces valeurs singulières, celles qui sont admissibles de celles qui ne le sont pas, je définis de proche en proche la détermination considérée de la fonction $\varphi(t)$ sur les droites qui joignent l'origine à ces valeurs singulières.

» Considérons sur la surface de Riemann à deux feuillets distincts, définie par la relation

$$\left[\left(x\cos\frac{\varphi}{2} - \sin\frac{\varphi}{2}\right)^2 - \beta xy\right]\left[\left(x\sin\frac{\varphi}{2} - \cos\frac{\varphi}{2}\right)^2 y - \beta x\right] = 0,$$

les points singuliers de la deuxième intégrale qui entre dans l'expression de $\varphi(t)$ et remplaçons le contour d'intégration initial par la courbe suivant laquelle le cylindre de l'espace ayant pour base le cercle de rayon un coupe le deuxième feuillet; les déformations que l'on doit faire subir au contour d'intégration sont celles que comportent la constitution de la surface et la marche des points singuliers sur cette surface.

» On est conduit à distinguer plusieurs cas, caractérisés par les positions relatives des racines des équations (2).

» Si l'on pose

$$(3)\qquad z = \frac{1+\tau x}{1-\tau x},$$

on reconnaît que les valeurs de z, qui correspondent aux racines des équations (2), sont données par l'intersection de la courbe

$$(4)\qquad \frac{2[z(\tau^2-1)+\tau^2+1]}{(z^2-1)(\tau^2+1)} = v,$$

avec les droites

$$v = \frac{c}{a} z, \qquad v = -\beta, \qquad v = \beta, \qquad v = 0.$$

» Le point d'intersection de $v = 0$ avec la courbe n'intervient finalement pas dans la discussion.

» Les abscisses des points, où les droites $v = -\beta$, $v = +\beta$ coupent la courbe (4), sont réelles et je les représente respectivement par ζ_1, $\zeta_2 (\zeta_1 < \zeta_2)$ et par ζ'_1, $\zeta'_2 (\zeta'_1 < \zeta'_2)$; je désigne par ξ_k et t_{ξ_k} les valeurs de x et de t qui correspondent à ζ_k.

» Un rayon quelconque issu de l'origine coupe la courbe (4) ou bien en trois points réels : deux de ces points A_1, A_2 $(OA_1 < OA_2)$ sont situés d'un même côté par rapport à l'origine, le troisième A_3 est séparé des deux premiers par l'origine ou bien en un point réel A_3 et en deux points imaginaires A_i et A_{-i}. De l'origine, on peut mener trois tangentes à la courbe distinctes de l'axe des z. Soient α_1, α_2, α_3 les coefficients angulaires de ces tangentes $(\alpha_1 < \alpha_2 < 0, \alpha_3 > 0)$. Je désigne par z_k, x_k et t_{x_k} les valeurs de z, x et t qui correspondent au point A_k.

» La discussion se résume alors dans le Tableau suivant :

	Conditions.	Valeurs singulières limites.
Premier cas : $-\infty < \frac{c}{a} < \alpha_1$	$\lvert t_{\xi_1} \rvert > \lvert t_{x_2} \rvert$	t_{ξ_1}
	$\lvert t_{\xi_1} \rvert < \lvert t_{x_2} \rvert$	t_{x_2}
Deuxième cas : $\alpha_1 < \frac{c}{a} < \alpha_2$	$\lvert t_{\xi_1} \rvert > \lvert t_{x_i} \rvert$	t_{ξ_1}
	$\lvert t_{\xi_1} \rvert < \lvert t_{x_i} \rvert$	t_{x_i} et $t_{x_{-i}}$
Troisième cas : $\alpha_2 < \frac{c}{a} < 0$	$z_1 < \zeta_1 < \zeta_2 < z_2$	t_{ξ_2}
	$z_1 < \zeta_1 < z_2 < \zeta_2$	t_{x_2}
	$\zeta_1 < z_1 < z_2 < \zeta_2$	t_{x_2}
	$z_1 < z_2 < \zeta_1 < \zeta_2$	t_{ξ_1}
Quatrième cas : $0 < \frac{c}{a} < \alpha_3$	»	t_{ξ_1}
Cinquième cas : $\alpha_3 < \frac{c}{a} < +\infty$	»	t_{ξ_1}

» Je démontre enfin que les développements de la fonction $\varphi(t)$ dans les environs des points t_{x_2}, t_{x_i} et $t_{x_{-i}}$ ou t_{ξ_1} et t_{ξ_2} sont respectivement analogues aux développements de la fonction $\Phi(z)$ de M. Poincaré dans les environs des D ou B [1].

---

[1] *Les nouvelles méthodes de la Mécanique céleste*, p. 316 et 317.

» La même méthode, appliquée au cas où l'orbite circulaire enveloppe l'orbite elliptique, m'a permis de retrouver les résultats que M. Maurice Hamy a précédemment communiqués à l'Académie (¹). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations biuniformes des surfaces algébriques.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« A l'inverse des courbes algébriques, les surfaces algébriques peuvent admettre des transformations *biuniformes* en elles-mêmes, qui ne soient pas *birationnelles.* Ce sont ces transformations que je me propose d'étudier dans cette Note. Soient

$$S(X,Y,Z)=0, \qquad s(x,y,z)=0$$

deux surfaces algébriques entre lesquelles existe une correspondance biuniforme

$$(1)\quad \begin{cases} X=R(x,y,z)\equiv\overline{R}(x,y), \qquad Y=R_1(x,y,z)\equiv\overline{R_1}(x,y), \\ Z=R_2(x,y,z). \end{cases}$$

Je supposerai seulement que, pour toute valeur fixe donnée à une des variables, les points essentiels des fonctions $\overline{R}(x,y)$, $\overline{R_1}(x,y)$ sont, dans le plan de l'autre variable, des points isolés ou ayant des points limites, et définis par certaines relations *analytiques* : $\varphi(x,y)=0$, etc.

» La première propriété que j'établis est la suivante : *Toute transformation biuniforme* (1) *transforme une intégrale double algébrique de première espèce en une intégrale double de même espèce.* Les deux surfaces S et s ont donc nécessairement *le même genre p.* Au contraire, comme nous l'allons voir, *une transformation* (1) *ne conserve pas nécessairement les différentielles totales de première espèce.*

» D'après cela, si la correspondance entre S et s est biuniforme sans être birationnelle, la surface S (comme la surface s) rentre (pour $p>1$) dans la classe *des surfaces coupées par leurs adjointes de degré* $(m-4)$, *suivant des courbes de genre* 1 (m désignant le degré de la surface). De

(¹) *Comptes rendus,* t. CXVII, p. 1050. Voir aussi : *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé* (*Journal de Liouville,* t. X, 4ᵉ série).

plus, pour $p > 1$, la correspondance (1) transforme un faisceau de courbes algébriques de S en un faisceau algébrique de s.

» Nous distinguerons donc deux classes de transformations biuniformes : les *transformations semi-transcendantes* qui laissent algébrique une courbe algébrique dépendant d'un paramètre, et les *transformations biuniformes quelconques*. Les premières sont les seules qui puissent se présenter pour $p > 1$.

» I. *Transformations semi-transcendantes*. — Pour qu'une surface s admette un faisceau *continu* de transformations biuniformes en elle-même, il faut et il suffit qu'elle corresponde birationnellement *soit à un cylindre, soit à une surface coupée par tout plan* $x =$ const. *suivant des courbes de genre* 1, pour lesquelles la différentielle de première espèce

$$P(x, y, z)\,dy = \frac{d\theta}{\sqrt{4\theta^3 - J(x)[\theta + 1]}} \qquad \left(\text{ou} = \frac{d\theta}{\sqrt{4\theta^3 - 1}},\ \text{ou} = \frac{d\theta}{\sqrt{4\theta^3 - \theta}}\right)$$

est rationnelle en x, y, z. Une quelconque de ces transformations est réductible algébriquement à une des deux formes

$$(a) \qquad X = x, \qquad Y = \frac{\lambda(x) + \mu(x)y}{\lambda_1(x) + \mu_1(x)y}$$

(λ, μ, λ_1, μ_1 étant uniformes en x, ξ, si ξ désigne une certaine fonction algébrique de x),

$$(b) \qquad X = x, \qquad Y = \wp_J[u + C(x)], \qquad y = \wp_J(u),$$

où $C(x)$ désigne une fonction dont toutes les déterminations sont de la forme

$$C_1(x, \xi) + 2m\,\omega_1(J) + 2n\,\omega_2(J),$$

et $2\omega_1$, $2\omega_2$ les périodes de $\wp_J$.

» Ces transformations conservent toutes les différentielles totales de première espèce attachées à s, sauf dans le cas où J est indépendant de x. Dans ce cas, en outre d'une transformation *birationnelle* continue, la surface admet une infinité de transformations biuniformes qui conservent les différentielles totales de première espèce, *sauf une seule*.

» Des résultats analogues s'appliquent à deux surfaces s et S entre lesquelles existe une correspondance semi-transcendante. *La correspondance se ramène encore algébriquement à une des deux formes* (a) *ou* (b).

» II. *Transformations biuniformes quelconques*. — De ces transformations,

qui ne sauraient se présenter que pour $p \leqq 1$, j'indiquerai les deux types généraux suivants :

» 1° *Les types qui résultent de la combinaison de plusieurs transformations semi-transcendantes.*

» 2° *Les types qui sont définis par un système*

$$(2)\quad \begin{cases} p\,(x,y,z)\,dx + q\,(x,y,z)\,dy = \mathrm{P}\,(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z})\,d\mathrm{X} + \mathrm{Q}\,(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z}), \\ p_1(x,y,z)\,dx + q_1(x,y,z)\,dy = \mathrm{P}_1(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z})\,d\mathrm{X} + \mathrm{Q}_1(\mathrm{X},\mathrm{Y},\mathrm{Z})\,d\mathrm{Y}, \end{cases}$$

dont l'intégrale générale est uniforme, les membres de chaque équation étant des différentielles totales exactes, rationnelles en (x, y, z) ou $(\mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Z})$.

» Pour que la correspondance entre (x, y, z) et $(\mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Z})$ définie par (2) soit biuniforme, il faut et il suffit qu'en égalant à du et à dv les deux membres de chaque équation (2) les fonctions (x, y, z) et $(\mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Z})$ de u, v *soient des fonctions uniformes aux mêmes périodes.* Il est dès lors facile (voir les *Comptes rendus* du 17 mars) d'*énumérer tous les systèmes* (2) en question, et toutes les transformations correspondantes. Citons notamment les suivantes :

» Soient S et s deux surfaces *hyperelliptiques,* dont le Tableau des périodes est

$$\left.\begin{matrix} 1 & 0 & \lambda\omega + \mu & \frac{1}{\mathrm{D}} \\ 0 & 1 & \frac{1}{\mathrm{D}} & \lambda'\omega' + \mu' \end{matrix}\right\} \text{ pour S,} \qquad \left.\begin{matrix} 0 & 1 & \omega & \frac{1}{d} \\ 0 & 1 & \frac{1}{d} & \omega' \end{matrix}\right\} \text{ pour } s,$$

λ, μ, λ', μ' étant des nombres commensurables, et d, D des entiers. *Entre ces deux surfaces (qui ne sont pas, en général, transformées birationnelles l'une de l'autre) existent une infinité de correspondances biuniformes,* qui ne conservent aucune des deux différentielles totales de première espèce attachées à S et à s. De même, *entre deux cylindres* $\mathrm{Z} = \sqrt{(1 - \mathrm{X}^2)(1 - \mathrm{K}^2\mathrm{X}^2)}$ *et* $z = \sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2x^2)}$, *ou entre un tel cylindre et un plan, ou entre deux plans,* il existe une infinité de correspondances *biuniformes* qui ne laissent algébrique aucune courbe algébrique. Par exemple, entre le cylindre $\mathrm{Z} = \sqrt{(1 - \mathrm{X}^2)(1 - \mathrm{K}^2\mathrm{X}^2)}$ et le plan $z = 0$ existe la correspondance biuniforme définie par

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{d\mathrm{X}}{\sqrt{(1 - \mathrm{X}^2)(1 - \mathrm{K}^2\mathrm{X}^2)}} = \dfrac{\omega}{2i\pi}\dfrac{dx}{x} + \dfrac{\omega'}{2i\pi}\dfrac{dy}{y}, \\ d\mathrm{Y} + \dfrac{\mathrm{X}^2\,d\mathrm{X}}{\sqrt{(1 - \mathrm{X}^2)(1 - \mathrm{K}^2\mathrm{X}^2)}} = \dfrac{\omega_1}{2i\pi}\dfrac{dx}{x} + \dfrac{\omega'_1}{2i\pi}\dfrac{dy}{y} \end{cases}$$

(ω, ω') et (ω_1, ω'_1) désignant les périodes de $\int \frac{dX}{Z}$ et de $\int \frac{X^2\,dX}{Z}$.

» Les propositions qui précèdent entraînent d'importantes conséquences au sujet des équations différentielles. J'indiquerai notamment la suivante : *Soit*

$$S(y'', y', y, \bar{x}) = 0$$

une équation algébrique en y'', y', y, ET DE GENRE $p > 1$. *Si l'intégrale générale d'une telle équation a ses points critiques et essentiels fixes, elle se ramène algébriquement à la fonction* $\operatorname{sn}[J(x) + C]$, $J(x)$ *désignant l'intégrale d'une fonction* $\varphi(x, C')$ *qui dépend algébriquement des coefficients de* S *et de la constante* C'. *Quand* x *ne figure pas explicitement dans l'équation* S, *le théorème est encore vrai pour* $p = 1$. »

PHYSIQUE. — *Sur la diffraction des rayons de Röntgen.* Note de MM. **L. Calmette** et **G.-T. Lhuillier**, présentée par M. Sarrau.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques épreuves photographiques obtenues avec les rayons Röntgen, à l'aide du dispositif suivant :

» Très près du tube de Crookes se trouve un écran E en laiton, percé d'une fente dont la largeur a rarement atteint un demi-millimètre. Un second écran métallique E' est constitué par une plaque pourvue de deux fentes, ou percée d'une fenêtre dans laquelle est fixée une tige métallique de 1^{mm} de diamètre ; cet écran est placé à une distance a en arrière du premier. Enfin, une plaque photographique, enveloppée de deux feuilles de papier noir, est placée à une distance b du dernier écran E'.

» Le Tableau suivant indique, pour chacune des épreuves, quel est l'écran E' employé et les valeurs de a et $b + a$.

Nos d'ordre.	E'.	a.	$b + a$.
		cm	cm
1.....	Tige de 1^{mm} de diamètre.	5	19,5
3.....	»	5,5	20
5.....	»	8,9	30
7.....	Deux fentes étroites séparées par une tige cylindrique de 1^{mm} de diamètre.	?	?

» Sur les épreuves 1, 3, 5, l'ombre portée par la tige métallique est bordée de chaque côté par une bande claire qui accuse un maximum d'in-

tensité. De plus, à l'intérieur de cette ombre, on observe une zone moins sombre paraissant indiquer que les rayons Röntgen pénètrent dans l'ombre géométrique. Enfin, sur les épreuves 3 et 5 on voit de même un maximum d'intensité le long des bords de la fenêtre dans laquelle est placée la tige.

» Sur l'épreuve n° 7, on aperçoit, au milieu des deux bandes blanches, une fine raie sombre, tandis que dans l'ombre de la tige qui sépare les deux fentes se voit une raie claire.

» Si l'on rapproche ces résultats de ceux que l'on obtient avec la lumière dans les mêmes conditions, fente relativement large et intensité faible, il semble difficile de ne pas les attribuer à la diffraction des rayons Röntgen.

» Les épreuves obtenues dans ces expériences, que nous nous proposons de poursuivre, sont encore trop peu nettes pour que nous puissions songer à mesurer la longueur d'onde moyenne avec quelque précision. Mais nous sommes, cependant, portés à croire que cette longueur d'onde est supérieure à celles des rayons lumineux. »

PHYSIQUE. — *Observations sur une Communication de MM. Benoist et Hurmuzescu.* Note de M. **Auguste Righi**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note récente (¹), MM. Benoist et Hurmuzescu rapportent certaines expériences, suivant lesquelles, « si les rayons X peuvent développer une charge électrique..., cet effet ne dépasse pas l'ordre de » grandeur des forces électromotrices de contact ».

» Je dois observer que, suivant mes expériences, le potentiel positif auquel est porté un conducteur isolé, lorsque les rayons de Röntgen tombent sur lui, est précisément de l'ordre de grandeur des forces électromotrices de contact. C'est aussi le cas pour le phénomène semblable produit par les rayons ultra-violets. Je crois donc que, si MM. Benoist et Hurmuzescu veulent bien employer un électromètre assez sensible, par exemple de Mascart, ils arriveront à vérifier mes assertions.

» Mais il sera bon, pour obtenir ce résultat, de changer quelque peu la disposition des appareils. Au lieu de renfermer l'électromètre et le conducteur qui doit se charger dans une enceinte métallique non isolée, il faudra renfermer le tube de Crookes et les appareils employés à l'exciter. Car, comme l'ont observé MM. Sella et Maiorana (²), et comme j'avais

(¹) *Comptes rendus,* n° 13, p. 779 (30 mars 1896).
(²) *Rend. della R. Acc. dei Lincei,* séance du 16 février 1896.

constaté dès mes premiers essais, qui datent de la fin de janvier, le voisinage de conducteurs non isolés au disque qui reçoit les rayons X est une circonstance très défavorable. C'est pour cela que j'ai toujours adopté la disposition qui permet de tenir le conducteur qu'on étudie assez éloigné de tout autre conducteur, bien que cette disposition soit moins commode au point de vue pratique.

» Voici les raisons (et, peut-être, celles-ci ne sont pas les seules), pour lesquelles la disposition de MM. Benoist et Hurmuzescu est peu favorable, lorsqu'on veut constater la charge positive produite par les rayons X.

» *a*. Lorsqu'un conducteur non isolé est très près du disque isolé qu'on étudie, les rayons produisent la dispersion de la charge que le disque a acquis en conséquence de la force électromotrice de contact. La déviation de l'électromètre sera positive ou négative selon la nature des deux conducteurs, et cet effet masquera d'autant mieux l'existence de la charge finale positive, que les deux conducteurs seront plus approchés l'un de l'autre.

» *b*. Les rayons X peuvent arriver, directement, par diffusion ou par transparence, sur le conducteur non isolé. Ils déterminent alors à la surface de ce conducteur une convection d'électricité négative, qui produirait sa charge positive s'il était isolé, et l'électricité ainsi transportée arrivera, au moins en partie, sur le disque, qui en même temps tend à se charger positivement. Les deux actions tendent évidemment à se compenser et la charge du disque sera réduite.

» *c*. Il est probable que la charge positive, qui se forme sur un corps par l'action des rayons X, obéit à la loi que j'ai établie autrefois pour le phénomène analogue produit par les rayons ultra-violets. Suivant cette loi, ce qui règle le potentiel final du corps est la densité de l'électricité positive à sa surface, car cette densité maximum dépend de la nature du corps, mais non de sa capacité par unité de surface. Par conséquent le potentiel positif d'un conducteur exposé aux rayons ultra-violets est d'autant plus petit, que sa capacité par unité de surface a été augmentée par l'approche d'un deuxième conducteur non isolé. On constatera le mieux possible la charge finale du conducteur lorsque celui-ci sera très loin de tout autre conducteur non isolé.

» J'ai démontré dernièrement que, lorsqu'on raréfie l'air qui entoure le disque exposé aux rayons X, la densité électrique finale, et par conséquent aussi le potentiel augmente, particulièrement aux faibles pressions. Ce résultat est identique à celui que j'ai démontré autrefois pour les rayons ultra-violets. Si donc on fait les expériences dans l'air très raréfié, on obtient aisément la charge positive finale même avec la disposition expérimentale moins favorable (disque entouré de près par des conducteurs non isolés).

» Je prends enfin la liberté d'indiquer quelques points relatifs à des

recherches déjà achevées ou en cours d'exécution, qui se rattachent à ce que je viens d'exposer.

» 1. J'ai déjà annoncé (¹) que la dispersion produite par les rayons X varie avec la pression de l'air, et que dans les conditions usuelles elle diminue, en raréfiant l'air, pendant que la dispersion due aux rayons ultra-violets augmente. Je puis ajouter à présent que toute la différence provient de ce que la pression *critique* (pression à laquelle la dispersion est maximum) est, à parité des autres conditions, plus haute pour les rayons X que pour les ultra-violets. Mes expériences sur cette question ont été faites entre 11 atmosphères et quelques millièmes de millimètre de mercure.

» 2. La nature du gaz a son influence, et j'ai constaté que la dispersion dans un gaz (air, anhydride carbonique, gaz d'éclairage, hydrogène) à la pression ordinaire est d'autant plus forte, que le gaz a une plus grande densité (²).

» 3. Avec une boîte de plomb presque fermée, ayant sur une de ses faces une fenêtre fermée par une lame mince d'aluminium, et qui contient une lame de cuivre isolée communiquant avec l'électromètre, j'ai commencé l'étude de la dispersion dans des liquides ou des solides, introduits (les solides après avoir été fondus) dans la boîte, de manière à remplir tout l'espace entre la lame de cuivre et les parois. La boîte est en communication avec le sol, et les rayons X pénètrent par la fenêtre jusqu'à la lame. M. J.-J. Thomson a trouvé, dans des conditions semblables, que les rayons X provoquent la dispersion de la charge donnée à la lame; mais, quant à moi, ayant fait l'expérience avec l'essence de térébenthine, l'huile de vaseline, la colophane et la paraffine, je ne trouve qu'une dispersion minime. Je crois même avoir constaté que l'effet observé ne changeait pas en éloignant la lame de cuivre, ou en coupant sa communication avec l'électromètre, ce qui ferait croire que l'effet observé était dû à une action directe sur d'autres conducteurs communiquant avec l'électromètre. Je ne puis donc pas encore considérer comme démontré, que les rayons X produisent la dispersion de la charge d'un conducteur placé dans un liquide ou dans un solide.

» Évidemment, un effet très notable se voit lorsqu'on supprime les parois de plomb; mais alors c'est la dispersion à la surface du diélectrique qui se manifeste. »

PHYSIQUE. — *Photographie à l'intérieur du tube de Crookes.* Note de M. G. de Metz, présentée par M. Poincaré.

« J'ai l'honneur de présenter à l'examen de l'Académie deux photographies que j'ai obtenues à l'intérieur du tube de Crookes, dans un petit châssis en caoutchouc durci. Ce châssis contenait quatre feuilles de papier Lumière et deux feuilles de la pellicule Schleussner, les deux au bromure

---

(¹) *Comptes rendus*, n° 10, p. 601 (9 mars 1896).

(²) *Mém. de l'Académie des Sciences de Bologne*, séance du 8 mars 1896.

d'argent, et il était fermé tantôt par une plaque d'aluminium ($0^{mm},33$), tantôt par une pièce en carton ($0^{mm},86$). Au-dessus des couches sensibles, mais sous le couvercle, se trouvait une croix en cuivre rouge; dans la première expérience, une moitié de la croix a été couverte par une plaque en platine ($0^{mm},32$), mais dans l'autre, on a laissé la croix libre et l'on a mis au fond du châssis, au-dessous des couches sensibles, une rondelle en zinc. Le tube de Crookes avait une forme cylindrique et se composait de deux moitiés, qui s'adaptaient par des parties rodées à l'émeri. Ce tube portait dans une moitié l'anode en forme d'un grand anneau et la cathode en forme d'un miroir sphérique tandis que l'autre moitié ne contenait que le châssis (29^{mm} de diamètre sur 11^{mm} de hauteur), exposé directement à l'influence des rayons cathodiques.

» Pendant mon travail, je restais en relation avec la trompe à mercure de Sprengel, en poussant le degré du vide jusqu'à obtenir la fluorescence verte des parois en verre. Les décharges de la bobine de Ruhmkorff ont été de courte durée, depuis trente secondes jusqu'à deux ou trois minutes, parce que le tube se remplissait vite d'une lueur blanchâtre, et alors la fluorescence s'affaiblissait et même disparaissait, mais il suffisait de faire passer quelques gouttes de mercure dans la trompe pour pouvoir recommencer la décharge.

» J'ai obtenu ainsi douze photographies. Il paraît que les rayons cathodiques, à l'intérieur du tube de Crookes, ont une des propriétés des rayons de M. Röntgen, car, en effet, ils pénètrent l'aluminium, le carton, le papier sensible, la pellicule, mais ils sont arrêtés par le platine ($0^{mm},32$), le cuivre rouge ($1^{mm},26$).

» Nous nous proposons de continuer ces études, et, peut-être, en les poursuivant, parviendrons-nous à démêler ces deux espèces de rayons. »

Observations au sujet de la Communication de M. de Metz; par M. **Poincaré.**

« Les photographies présentées par M. de Metz ne semblent pas démontrer d'une façon irréfutable que les rayons cathodiques jouissent des propriétés essentielles des rayons Röntgen. Les rayons cathodiques, en frappant le platine ou l'aluminium qui recouvrent les plaques sensibles de M. de Metz, doivent provoquer l'émission de rayons X qui traversent *ensuite* les plaques métalliques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la compensation des forces directrices et la sensibilité du galvanomètre à cadre mobile* (¹). Note de M. **H. Abraham**, présentée par M. Mascart.

« I. La sensibilité effective d'un galvanomètre à cadre mobile dépend de trois éléments : le champ magnétique, le cadre mobile et la suspension élastique.

» On augmente cette sensibilité effective :

» 1° En augmentant l'intensité du champ (²);

» 2° En diminuant les dimensions du cadre mobile;

» 3° En diminuant le couple directeur dû à la suspension élastique.

» L'emploi d'un électro-aimant puissant et d'un cadre sans noyau de fer, dont le moment d'inertie est égal à celui du miroir, donne, en effet, au galvanomètre à cadre mobile une constante de sensibilité, *que n'ont jamais dépassée les galvanomètres à aimants mobiles.*

» Mais pour obtenir effectivement cette sensibilité il faut réduire, dans une grande proportion, le couple directeur.

» On ne peut diminuer indéfiniment l'épaisseur du ressort de suspension; on est donc conduit à en COMPENSER le couple directeur.

» II. En général, pour compenser un couple, on lui en adjoint un autre dont l'action directrice est soustractive. Cela veut dire que, si l'on vient à éloigner l'équipage mobile de sa position d'équilibre, le couple auxiliaire doit tendre à l'en éloigner davantage, alors que le couple primitif tendait à l'en rapprocher. En d'autres termes, le nouveau système de forces, s'il existait seul, produirait un état d'équilibre, mais d'équilibre instable et dont l'instabilité doit être inférieure, mais à peine à la stabilité de l'équilibre primitif.

» Dans le cas particulier du galvanomètre, on peut compenser la torsion du fil à l'aide du poids du cadre.

» III. Pour cela, on porte le centre de gravité du cadre un peu en avant de son axe de rotation, soit par construction, soit à l'aide d'une surcharge quand on veut tirer parti d'un instrument déjà construit. On penche ensuite le galvanomètre en arrière (³) et l'on voit les oscillations de l'équi-

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

(²) Le magnétisme des fils de cuivre du commerce devient bientôt gênant.

(³) Les galvanomètres horizontaux se rattachent au même principe.

page mobile se faire de plus en plus lentement à mesure que la compensation se produit. Si l'on dépassait la compensation complète, l'équilibre deviendrait instable.

» Comme application de ces remarques, M. Carpentier a bien voulu construire une petite masse que l'on peut fixer en avant et contre le cadre du galvanomètre Deprez-d'Arsonval. En réglant l'inclinaison du galvanomètre au moyen de vis calantes, on fait passer la durée d'oscillation d'une à dix secondes. La sensibilité effective est alors centuplée et atteint celle que pourrait donner un galvanomètre Thomson d'égale résistance. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Dispersion rotatoire des corps actifs liquides non polymérisés*. Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Jordan**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on mesure le pouvoir rotatoire par rapport aux diverses radiations du spectre, on obtient des valeurs absolues qui vont généralement en croissant pour des radiations de réfrangibilités croissantes : c'est ce que l'on appelle *dispersion rotatoire normale*. Quelques corps se comportent autrement : les uns conduisent à des valeurs de signes contraires, suivant qu'elles se rapportent à telle ou telle radiation; d'autres donnent des déviations de même signe dans toute l'étendue du spectre visible, mais accusent un maximum de pouvoir rotatoire. Ces phénomènes sont décrits sous le nom de *dispersion rotatoire anormale*.

» Nous avons pensé qu'il y aurait quelque intérêt à préciser les conditions dans lesquelles se produisent les phénomènes de dispersion rotatoire normale et anormale.

» Nous avons cru bien faire de n'opérer, en premier lieu, que sur des corps actifs liquides, en évitant l'emploi des dissolvants; en outre, parmi les corps que nous avions à notre disposition, nous avons commencé par l'étude de ceux qui ne présentent pas les phénomènes de la polymérisation moléculaire, telle qu'elle a été définie par MM. Ramsay et Shields. Dans ces conditions, les observations polarimétriques se rapportent à ce que Pasteur appelait des *individus dissymétriques uniques*, seul moyen de dégager les lois propres à la dispersion rotatoire dans le cas le plus simple que l'on puisse concevoir.

» Le procédé expérimental que nous avons adopté est le dispositif des cuves filtrantes, proposé récemment par M. Landolt; bien qu'à certains égards cette méthode ne comporte pas la même précision que celle de Broch, elle avait pour nous l'avantage d'être beaucoup plus expéditive,

tout en donnant une exactitude généralement suffisante; sans insister sur les détails de ce mode opératoire, pour lequel nous renvoyons au Mémoire original [1], nous rappelons seulement que les longueurs d'onde moyennes des radiations rouges, vertes, bleues et violettes, obtenues au moyen des cuves filtrantes de M. Landolt, sont : $\lambda = 665,9$ pour le rouge, $\lambda = 533,0$ pour le vert, $\lambda = 488,5$ pour le bleu et $\lambda = 448,2$ pour le violet. Indépendamment de ces quatre observations, nous avons toujours déterminé la déviation polarimétrique par rapport à la lumière jaune des sels de sodium ($\lambda = 589,2$).

» Chacune de nos observations représente une moyenne d'au moins quatre ou six lectures (pour le violet, dix lectures); nous croyons que ces moyennes sont généralement exactes à 0°,01 près pour le jaune, à 0°,02 près pour le rouge et le vert, à 0°,05 pour le bleu et 0°,10 pour le violet.

» Nous réunissons dans le Tableau I les mesures faites sur une première série de composés à fonctions chimiques variées : hydrocarbures, dérivés halogénés, éthers-oxydes, éthers-sels primaires et secondaires, bases primaires et secondaires.

TABLEAU I. — *Déviations polarimétriques pour* $L = 0^{dm},5$ (*température :* 16°-19°).

		Rouge.	Jaune.	Vert.	Bleu.	Violet.
Diamyle	$C^5H^{11}.C^5H^{11}$	+ 2,90	+ 3,63	+ 4,62	+ 5,25	+ 6,64
Bromure d'amyle	$C^5H^{11}Br$	+ 1,21	+ 1,48	+ 1,84	+ 2,04	+ 2,61
Valérate de méthyle	$C^5H^9O^2.CH^3$	+ 5,09	+ 6,46	+ 8,16	+ 9,34	+12,73
Chloracétate d'amyle	$C^2H^2ClO^2.C^5H^{11}$	+ 1,21	+ 1,50	+ 1,81	+ 2,07	+ 2,68
Acétate d'amyle	$C^2H^3O^2.C^5H^{11}$	+ 0,94	+ 1,13	+ 1,46	+ 1,61	+ 2,13
Benzoate d'amyle	$C^7H^5O^2.C^5H^{11}$	+ 1,98	+ 2,50	+ 3,14	+ 3,60	+ 5,17
Oxyde d'isobutylamyle	$C^4H^9.O.C^5H^{11}$	+ 0,30	+ 0,35	+ 0,47	+ 0,51	+ 0,73
Oxyde d'amylisoamyle	$C^5H^{11}.O.C^5H^{11}$	+ 0,23	+ 0,27	»	+ 0,35	»
Amylamine	$C^5H^{11}.AzH^2$	— 0,01	— 0,04	— 0,05	— 0,06	»
Diamylamine	$(C^5H^{11})^2.AzH$	+ 1,59	+ 1,89	+ 2,24	+ 2,54	+ 3,14
Malate d'éthyle	$C^4H^4O^5(C^2H^5)^2$	— 4,48	— 5,53	— 6,63	— 7,16	— 8,62
Dipropionyltartrate de méthyle	$C^{14}H^{22}O^8$	— 6,73	— 9,45	—11,01	—14,10	—19,70
Dibenzoyltartrate d'éthyle	$C^{22}H^{22}O^8$	—23,75	—33,35	—45,05	—51,55	—79,70

» Les *coefficients de dispersion* ou valeurs relatives des déviations observées dans les diverses parties du spectre par rapport à la déviation dans le rouge prise pour unité font l'objet du Tableau II.

(1) LANDOLT, *Berichte der Deutsch. Chem. Gesell.*, t. XXVII, p. 2872 (1894).

TABLEAU II. — *Coefficients de dispersion.*

	Rouge.	Jaune.	Vert.	Bleu.	Violet.
Malate d'éthyle	1	1,23	1,48	1,60	1,92
Diamylamine	1	1,19	1,41	1,60	1,97
Bromure d'amyle	1	1,22	1,52	1,69	2,16
Chloracétate d'amyle	1	1,24	1,50	1,71	2,21
Acétate d'amyle	1	1,20	1,55	1,71	2,27
Diamyle	1	1,25	1,59	1,81	2,29
Oxyde d'isobutylamyle	1	1,17	1,57	1,70	2,43
Valérate de méthyle	1	1,30	1,60	1,84	2,50
Benzoate d'amyle	1	1,26	1,59	1,82	2,61
Dipropionyltartrate de méthyle	1	1,40	1,64	2,10	2,93
Dibenzoyltartrate d'éthyle	1	1,40	1,90	2,17	3,36

» Enfin, nous avons inséré dans le Tableau III, à côté des pouvoirs rotatoires spécifiques usuels (col. I) :

» *a.* Les coefficients de dispersion dans le violet (col. II);

» *b.* Les *dispersions rotatoires spécifiques* (col. III), soit les valeurs obtenues en faisant la différence du pouvoir rotatoire spécifique dans le violet et dans le rouge; ces quantités ont été affectées des mêmes signes que les pouvoirs rotatoires spécifiques usuels;

» *c.* Les dispersions spécifiques usuelles, calculées au moyen des coefficients de M. Brühl, entre les raies γ et α du spectre de l'hydrogène (col. IV).

TABLEAU III.

	I. Pouv. rotatoires spécifiques. $[\alpha]_D$.	II. Coefficients de dispersion. (violet).	III. Dispers. rotat. spécifiques. $[\alpha]_{V-R}$.	IV. Dispersions spécifiques.
Oxyde d'isobutylamyle	+ 0,91	2,43	+ 1,12	0,0075
Bromure d'amyle	+ 2,45	2,16	+ 2,32	0,0062
Acétate d'amyle	+ 2,59	2,27	+ 2,73	0,0067
Chloracétate d'amyle	+ 2,87	2,21	+ 2,82	0,0062
Diamylamine	+ 4,87	1,97	+ 4,00	0,0084
Benzoate d'amyle	+ 5,06	2,61	+ 6,46	0,0095
Malate d'éthyle	— 9,6	1,92	— 7,22	0,0054
Diamyle	+ 9,97	2,29	+ 10,28	0,0083
Valérate du méthyle	+ 14,62	2,50	+ 17,32	0,0066
Diprop. tartr. de méthyle	— 16,00	2,93	— 22,00	0,0052
Dibenzoyltartr. d'éthyle	— 56,23	3,36	— 94,4	0,0078

» De l'ensemble de ces diverses données, on peut conclure :

» 1° *Les corps actifs liquides, non polymérisés, ne présentent que le phéno-*

mène de la dispersion rotatoire normale; cela résulte des observations consignées dans le Tableau I.

» 2° Les coefficients de dispersion dans le violet (Tableau II) étant rangés par valeurs croissantes, il n'en est pas de même de tous les autres coefficients; *chaque corps actif suit donc une loi de dispersion rotatoire qui lui est propre.*

» 3° Les pouvoirs rotatoires usuels $[\alpha]_D$ étant rangés par valeurs absolues croissantes (Tableau III, colonne I), *les coefficients de dispersion dans le violet* (colonne II) *n'ont aucun rapport de proportionnalité, même grossière, avec les pouvoirs rotatoires.*

» 4° Les dispersions rotatoires spécifiques (colonne III), sans être proportionnelles aux pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$, croissent cependant généralement en même temps que ces derniers, les corps à forts pouvoirs rotatoires ayant une forte dispersion spécifique et inversement; les dispersions spécifiques sont cependant tantôt plus grandes tantôt plus petites que les pouvoirs rotatoires usuels; *la dispersion spécifique est donc une constante caractéristique d'un composé chimique aussi bien que le pouvoir rotatoire usuel.*

» 5° *Il n'y a aucune relation simple entre la réfrangibilité des diverses radiations et la dispersion rotatoire* ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle série de sulfophosphures.* Note de M. **Ferrand**, présentée par M. Friedel.

« J'ai préparé par la méthode indiquée par M. Friedel une deuxième série de sulfophosphures, les thiopyrophosphates $P^2S^7M'^4$.

» *Thiopyrophosphate de cuivre* $P^2S^7Cu^4$. — Solide cristallin violacé doué de l'éclat métallique, mais rouge quand on le regarde par transparence. Attaqué par les acides et les alcalis, il résiste cependant à l'acide chlorhydrique.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Cu^4$.
Matière	0,3903	»
Cu pour 100	47,50	46,93
S »	41,42	41,54
P »	10,92	11,49
	99,84	

» Je n'ai pas réussi à obtenir le composé cuivrique correspondant $P^2S^7Cu^2$.

([1]) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université.

» *Thiopyrophosphate de fer* $P^2S^7Fe^2$. — Ce sont de petites lamelles cristallines douées de l'éclat métallique, insolubles dans l'acide azotique froid. La potasse en solution bouillante le décompose lentement de même que l'acide chlorhydrique et l'eau bouillante.

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $P^2S^7Fe^2$.
Matière	0,3109	0,2444	»
S pour 100	55,64	»	56,28
P »	16,59	»	15,59
Fe »	»	27,50	28,13

» *Pyrothiophosphate d'argent* $P^2S^7Ag^4$. — J'ai obtenu ce sulfophosphure sous la forme d'une masse cristalline jaune clair inattaquable par l'acide azotique même bouillant, mais complètement détruit par l'eau régale.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Ag^4$.
S pour 100	31,13	31,29
P »	8,55	8,66
Ag »	60,01	60,05
	99,69	

» *Thiopyrophosphate de nickel* $P^2S^7Ni^2$. — C'est une poudre cristalline brun foncé décomposée par l'acide azotique à 150°. L'air humide l'attaque lentement ainsi que toutes les solutions aqueuses.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Ni^2$.
Matière	0,2583	»
Ni pour 100	29,54	29,04
S »	55,44	55,58
P »	15,06	15,38
	100,04	

» *Thiopyrophosphate de chrome* $P^2S^7Cr^2$. — Je l'ai obtenu à l'état de poudre cristalline noire, douée de l'éclat métallique et formée de petites lamelles hexagonales. Il se décompose lentement à l'air humide, mais résiste cependant bien à l'action des acides même concentrés et chauds.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Cr^2$.
Matière	0,3800	»
P pour 100	16,39	15,90
S »	57,65	57,43
Cr »	26,26	26,87
	100,30	

» *Thiopyrophosphate de zinc* $P^2S^7Zn^2$. — Ce sulfophosphure se présente sous la forme de petites aiguilles cristallines dont je n'ai pu déterminer le système. Il se décompose rapidement à l'air humide et dans l'eau.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Zn^2$.
S pour 100	53,78	53,84
P »	14,86	14,91
Zn »	31,17	31,25
	99,81	

» *Thiopyrophosphate de cadmium* $P^2S^7Cd^2$. — Je l'ai obtenu sous la forme d'une poudre cristalline blanche qui se décompose rapidement à l'air, mais résiste cependant notablement à l'action des acides; ainsi l'acide azotique concentré l'attaque peu à chaud.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Cd^2$.
Matière	0,4281	»
S pour 100	31,67	31,40
Cd »	55,80	56,41
P »	12,00	12,17
	99,47	

» *Thiopyrophosphate de mercure* $P^2S^7Hg^4$. — C'est une poudre cristalline rouge qui se décompose très facilement à l'air humide et qui ne résiste absolument pas à l'action des acides et surtout de l'acide azotique.

	Trouvé		
	I.	II.	Calculé pour $P^2S^7Hg^4$.
Matière	0,3311	0,6481	»
S pour 100	20,80	»	20,62
P »	6,01	»	5,72
Hg »	»	73,07	73,66

» Je n'ai pas réussi à obtenir le composé mercurique correspondant $P^2S^7Hg^2$.

» *Thiopyrophosphate de plomb* $P^2S^7Pb^2$. — Je l'ai obtenu à l'état d'une poudre cristalline rouge assez stable à l'air humide, inattaqué par l'acide azotique froid, mais totalement décomposé par lui à chaud.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Pb^2$.
Matière	0,3240	»
S pour 100	32,00	32,09
P »	7,94	8,89
Pb »	59,88	59,02
	99,82	

» *Thiopyrophosphate d'aluminium* $P^2S^7Al^2$. — J'ai obtenu ce sulphophosphure sous la forme d'une masse de petites aiguilles blanches extrêmement instables; l'air humide le décompose avec une très grande rapidité, aussi est-il difficile de le conserver quelque temps. L'eau et les acides l'attaquent avec violence.

	Trouvé.	Calculé pour $P^2S^7Al^2$.
Matière...........	0,3106	»
S pour 100.........	65,05	65,88
P »	16,12	15,88
Al » (déduit)..	16,83	18,23 (¹)

PHYSIOLOGIE. — *De l'adaptation spontanée des muscles aux changements de leur fonction.* Note de M. **Joachimsthal**, de Berlin, présentée par M. Marey.

« La faculté que possèdent les organes de s'adapter à leur fonction a été démontrée pour beaucoup d'entre eux. Ainsi les os se modifient, suivant les circonstances, dans leur structure et dans leur forme.

» Les muscles grossissent par l'usage et diminuent de volume par le repos; ils peuvent s'adapter aussi à un changement dans la distance de leurs insertions osseuses, comme le prouvent leurs modifications anatomiques dans la luxation congénitale de la hanche.

» Les conséquences de la plus ou moins grande longueur des fibres rouges d'un muscle ont été déjà indiquées par Borelli, qui a compris le premier que la hauteur à laquelle un muscle peut soulever un poids est proportionnelle à la longueur de ses fibres rouges. Ce fait a été vérifié expérimentalement par les frères Weber, par Fick et par Gubler.

» Or, Marey a observé que si un muscle s'attache à l'extrémité d'un long bras de levier, sa fibre rouge est fort longue, tandis que si le bras de levier est court, la fibre rouge est courte. Le même auteur a signalé que chez les oiseaux à petites ailes, qui donnent des battements très étendus, les pectoraux sont très longs, tandis que ces muscles sont courts dans les oiseaux à larges ailes, qui ne donnent que de petits battements. Enfin, voyant que chez le nègre les muscles gastro-cnémiens sont longs et grêles, avec peu de tendon, tandis qu'ils sont gros et courts, avec un long tendon,

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel à la Sorbonne.

dans la race blanche, il a pu prévoir que le bras de levier de ces muscles, c'est-à-dire la longueur du calcanéum, devait être plus grande chez le nègre que chez le blanc, ce que l'examen comparatif des squelettes a vérifié.

» Cette différence de forme du mollet se voit très bien sur deux moulages que j'ai présentés à la Société de Physiologie de Berlin, pris l'un sur un nègre Dinka, l'autre sur un blanc.

» S'appuyant sur un fait signalé par J. Guérin, à savoir que chez les vieillards, dont les mouvements sont plus bornés, les tendons ont plus de longueur, Marey a pensé que la réduction du mouvement amenait la réduction de la fibre rouge que le tendon venait remplacer. Pour vérifier cette supposition, il a fait une expérience qui consiste à réséquer sur un lapin une partie de la longueur du calcanéum afin d'imiter les conditions où se trouvent les muscles gastro-cnémiens de l'homme blanc par rapport à ceux du nègre. L'expérience faite sur un lapin adulte confirma les prévisions.

» Comme les expériences de Marey sont peu connues en Allemagne et que cet auteur a manifesté le désir de les voir reprises sur d'autres espèces d'animaux, j'ai entrepris ce contrôle à l'instigation de M. le professeur Ga. L'animal choisi fut un chat adulte, qu'on n'opéra que d'un seul côté pour rendre plus facile la comparaison du muscle sain avec le muscle modifié.

» Après l'opération, le chat recouvra peu à peu la liberté de ses mouvements; il devint bientôt capable de sauter comme auparavant. Au bout de neuf mois on le sacrifia pour constater les changements survenus dans la forme du mollet.

» Dans les expériences de Marey on n'avait signalé que la diminution de la longueur de la fibre rouge et l'allongement du tendon; nos expériences confirment ce fait, mais en démontrent un autre, c'est que du côté opéré la grosseur du tendon s'est accrue. Voici du reste les mesures précises prises comparativement des deux côtés.

» Du côté sain, le tendon a $0^{cm},5$ à peine de large, et s'insère à un muscle long; la longueur de la fibre rouge est à peu près égale à deux fois celle du tendon.

» Du côté opéré les choses sont toutes différentes. Le tendon d'Achille, qui s'insère au calcanéum raccourci, s'est allongé au point d'avoir à peu près la même longueur que les fibres musculaires. En outre, ce tendon a beaucoup augmenté de largeur, de sorte qu'il atteint, dans ce sens, plus de 1^{cm}. De ce côté, le muscle soléaire ne se confond pas avec le tendon d'Achille,

mais forme un tendon rond de 4^{cm} de longueur qui s'insère isolément à l'os. Le raccourcissement des fibres musculaires est tel, que le tendon d'Achille a $4^{cm},9$ au milieu et $6^{cm},1$ sur la partie latérale [1].

» L'hypertrophie, à laquelle on devait s'attendre du côté opéré, ne s'est pas produite; au contraire, ce muscle comparé à l'autre présente un léger degré d'atrophie : cela tient sans doute à ce que la durée de l'expérience n'a pas été assez longue, et à ce que l'animal a ménagé la jambe opérée un peu plus que l'autre. Cette question devra être résolue par des expériences de plus longue durée.

» L'élargissement qui accompagnait l'allongement du tendon répond à l'objection qu'on pourrait faire, qu'il s'est produit une simple atrophie du muscle du côté opéré. En effet, l'atrophie simple eût diminué la largeur du tendon, ainsi que le prouve le rétrécissement de la rotule dans les cas d'atrophie du triceps fémoral.

» Roux a apporté un grand nombre de preuves à l'appui de la régulation spontanée de la longueur des muscles sous l'influence des changements dans l'étendue de leur mouvement. Ces preuves sont tirées de l'anatomie pathologique. Sur cinquante et un cas de diminution de l'étendue des mouvements de pronation et de supination par suite d'ankylose partielle de l'extrémité supérieure du radius, il a vu les fibres rouges du carré pronateur se raccourcir en raison de la diminution du mouvement.

» Dans un cas d'ankylose du cubitus datant de huit ans, Strasser a trouvé dans la longueur des muscles des changements qui correspondaient exactement à la diminution d'étendue des mouvements.

» J'ajoute que le hasard m'a fourni l'occasion d'observer un cas pathologique dans lequel la nature avait réalisé une expérience du même genre. Il s'agissait d'un cas de pied-bot congénital sur une jeune fille de 18 ans qui, dans sa première enfance, avait été traitée par le Dr Jules Wolff au moyen d'appareils de redressement. Le traitement avait été si efficace que l'on ne pouvait plus observer aucune différence entre les deux pieds; la fonction était parfaite. Il y avait cependant une atrophie frappante du mollet.

» En examinant la malade, je constatai que sous un relief de la peau, doublé d'une pelote de graisse, on sentait le calcanéum très raccourci et réduit à un bras de levier si court que le muscle s'était modifié dans sa

---

(1) Ces changements s'aperçoivent très bien sur les pièces anatomiques et sur les photographies présentées à l'Académie.

forme. Il était tellement réduit dans sa longueur qu'il n'occupait guère plus que $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ de la longueur de la jambe à la partie supérieure de laquelle il formait une forte proéminence, tandis que le reste, réduit à l'état de tendon, donnait l'impression d'une atrophie très prononcée du muscle.

» Ces faits montrent qu'il sera nécessaire d'examiner à nouveau les cas d'atrophie des muscles périphériques afin de voir si les changements produits dans les muscles ne tiennent pas à des variations dans la mobilité de leurs attaches. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence des courants induits sur l'orientation des bactéries vivantes*. Note de M. L. **Lortet**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les bactéries vivantes, se présentant sous la forme de bacilles mobiles, sont très sensibles à l'influence des courants induits et s'orientent immédiatement dans le sens du courant. Dès qu'un liquide antiseptique les a immobilisées, ou fait périr, l'influence de l'électricité devient nulle.

» Pour faire cette expérience, très facile à réaliser, on prend une lame en verre de grande dimension, à la surface supérieure de laquelle on creuse à la lime quatre rainures profondes se coupant à angles droits. Dans chaque sillon on mastique solidement un fil de platine. Ces fils ne doivent point se toucher, mais laisser au milieu de la plaque un espace libre, de 1^{cq} environ, sur lequel il sera possible d'étendre le liquide renfermant les bacilles et de le protéger contre l'évaporation par l'application d'une lamelle mince. Il sera donc possible, au moyen de ce système de conducteurs, de faire rapidement changer la direction du courant. Il pourra être dirigé de gauche à droite, d'avant en arrière, ou dans les deux directions contraires à celles-ci, en faisant agir un commutateur convenablement disposé sur le circuit. L'appareil à induction dont nous nous servons est une petite bobine Ruhmkorff, longue de 12^{cm}. Le générateur est un simple élément au bichromate de potasse.

» Toutes choses étant ainsi disposées, on peut faire passer les courants dans le liquide de la préparation, entre la lame qui la supporte et la lamelle de verre mince qui la recouvre. A l'instant même où l'on met les fils incrustés dans le porte-objet en contact avec les conducteurs de la bobine, les centaines de bacilles, visibles dans le champ du microscope, se placent parallèlement au courant. Leurs mouvements de translation sont alors tout à fait arrêtés; leurs trépidations se manifestent toujours, mais très faiblement.

» Si, au moyen des deux autres conducteurs, on fait passer l'électricité dans une direction perpendiculaire à la première, on voit toutes les bacté-

ries changer de position et se placer instantanément dans le sens de ce nouveau courant. Ce mouvement, exécuté avec une rapidité et une précision remarquables, présente un spectacle des plus intéressants.

» Les bactéries, sous l'influence du courant, ne se touchent point bouts à bouts, comme des corps polarisés devraient le faire. Elles ne se placent que parallèlement entre elles et au courant. Dès que le courant est arrêté, les microbes se tournent dans toutes les directions. Dès qu'il recommence à se faire sentir, l'alignement se produit de nouveau et peut durer des heures sans modifications, pourvu que l'on ait soin de maintenir le contact des conducteurs avec la préparation par l'adjonction de quelques gouttes d'eau. Soumises, pendant près de douze heures, à l'influence d'un courant extrêmement énergique, les bactéries (*Bacillus subtilis* et formes similaires) n'en paraissent nullement affectées, car elles reprennent tous leurs mouvements dès que le courant est arrêté.

» Pour que les bactéries puissent ainsi être influencées, il faut qu'elles soient bien vivantes, ou plutôt il faut qu'elles aient conservé la propriété de se mouvoir. Dès qu'elles sont vieillies, ou lorsqu'on les a mises en contact avec une substance qui paraît les faire périr, elles n'obéissent plus aux excitations du courant induit. Dans une préparation, il est facile de faire pénétrer par un des côtés une goutte de fuchsine phéniquée qui colore les bactéries et les tue. Elles restent alors immobiles sous l'influence de l'électricité, tandis que, dans la zone où le colorant n'a pas encore pénétré, elles subissent l'impression électrique. Dans la région centrale d'une préparation ainsi traitée, il est alors facile de voir, d'un côté, des bactéries colorées et mortes, réfractaires à l'influence électrique, tandis que, dans le voisinage immédiat, celles qui n'ont pas été atteintes par l'acide phénique conservent intactes leurs propriétés d'orientation.

» Les courants constants sont sans influence sur ces microrganismes.

» Je me permettrai de rappeler ici que déjà, en 1867, j'avais fait connaître que les spermaties des Champignons et des Lichens subissent la même influence lorsqu'ils sont vivants. Le fait est bien naturel puisque certaines recherches faites en Allemagne tendraient à faire admettre aujourd'hui que les spermaties ne sont que des bactéries parasites de certains végétaux inférieurs.

» Il semble donc permis de conclure de mes expériences, déjà nombreuses, que les bactéries vivantes sont les seuls êtres organisés qui jouissent de la propriété de s'orienter sous l'influence des courants induits.

Cette propriété n'est point physique seulement, mais bien en rapport direct avec la vitalité de leur protoplasma. »

ZOOLOGIE. — *Sur les annexes internes de l'appareil genital mâle des Orthoptères*. Note de M. **A. Fénard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Une question d'entomologie qui, depuis longtemps, paraît avoir besoin d'être reprise et sur laquelle il n'est pas inutile d'appeler l'attention, est relative aux annexes internes de l'appareil génital des insectes mâles et femelles. Il y a bientôt trois années que j'ai dirigé mes recherches sur ce point en commençant par l'ordre des Orthoptères. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus en me bornant, pour aujourd'hui, aux organes mâles. Je suivrai dans cette Note l'ordre de complication progressive des organes étudiés.

» Les Blattides mâles ne présentent aucune annexe interne des canaux déférents ou du conduit éjaculateur, ce qui est en rapport avec le caractère ancestral de ces insectes.

» Chez les Forficulides ou Labidoures, je confirme, après l'étude histologique, les données fournies par Meinert et acceptées par Palmen, savoir qu'il existe une vésicule séminale seulement, qu'elle est sous la dépendance des canaux déférents, que ceux-ci se continuent au delà en conservant un semblant de faculté paire; mais je considère l'organe appelé *glande nodiforme* par Meinert, comme étant seulement un appareil propulseur du sperme.

» La famille des Acridides vient ensuite; elle forme un groupe très particulier où les modifications sont peu sensibles dans la série des genres : on découvre, entre les deux canaux déférents, une douzaine de cœcums tubuleux, allongés, plus ou moins sinueux, allant du conduit éjaculateur sur lequel ils s'insèrent jusqu'à la hauteur moyenne des testicules; ils sont disposés en deux massifs symétriques, accolés, emboîtant la face ventrale du rectum. Une paire seulement renferme des spermatozoïdes; les autres présentent une sécrétion et sont des glandes. Au point de vue anatomique, les vésicules séminales sont plus blanches, plus sinueuses, repliées et renflées en massues à leur extrémité flottante.

» Les Gryllides présentent trois sortes d'annexes du conduit éjaculateur : 1° des cœcums tubuleux, au nombre d'une centaine de chaque côté,

dans lesquels on ne voit jamais de spermatozoïdes, mais seulement une sécrétion qui se coagule par les agents fixateurs et prend l'aspect d'un réticulum fort régulier sur une masse homogène englobant souvent une poussière noirâtre constituée par des cristaux; 2° une grande vésicule séminale réniforme, située sous les tubes précédents, et dans laquelle stationnent les spermatozoïdes; 3° une paire de glandes prostatiques de chaque côté du conduit éjaculateur. Dans le groupe des Gryllotalpides, on découvre deux vésicules séminales au lieu d'une; ce sont les organes que certains désignent encore sous le nom de *glandes annexes* et qu'on peut voir bourré de spermatozoïdes quelque temps avant l'époque du rut.

» Les Locustides présentent aussi trois espèces d'annexes du conduit éjaculateur : à la partie antérieure de ce dernier, on distingue un gros tronc qui se bifurque; chacune des deux branches émet presque aussitôt deux rameaux se dirigeant l'un en avant, l'autre en arrière; le premier de ces rameaux devient l'axe de tubes glandulaires dits *de premier ordre;* le deuxième s'élargit pour former un ou deux réservoirs ovalaires sur lesquels s'embouchent plusieurs centaines de tubes glandulaires dits de *second ordre*. Ceux-ci n'ont guère que 60^{μ} de diamètre; ils sont trois fois plus petits que les autres, mais quatre fois plus nombreux. Dans les genres *Ephippigera, Meconema,* etc., j'ai remarqué au milieu des tubes de second ordre un bouquet spécial plus coloré, formé par une demi-douzaine de cœcums. Enfin, on découvre chez les Locustides une paire de glandes prostatiques d'aspect lenticulaire.

» Chez les Mantides, il y a quatre sortes d'organes annexes : 1° une cinquantaine de cœcums tubuleux qui sont glandulaires; 2° une vingtaine de cœcums plus courts, renflés en massue et qui sont aussi des glandes; 3° une paire de grosses vésicules séminales dissimulées par les organes précédents; 4° une paire de glandes prostatiques.

» Au point de vue histologique, tous ces organes sont généralement constitués par une seule couche de cellules soutenues par une membrane basilaire; autour des vésicules est, très visible, une enveloppe péritonéale. Ce qui est remarquable aussi, c'est le développement de cristaux très petits dans les tubes glandulaires à l'approche de la copulation. »

BOTANIQUE. — *Sur la membrane de l'*Ectocarpus fulvescens. Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par M. Guignard.

« On sait, d'après les récents travaux de M. Mangin, que la constitution de la membrane des végétaux (Phanérogames, Cryptogames vasculaires, Champignons) est plus complexe qu'on ne l'avait admis. Je me suis proposé de rechercher si une semblable complexité se retrouve chez les Algues phéosporées, et j'ai pris comme exemple l'*Ectocarpus fulvescens*.

» Le rouge de ruthénium, réactif des composés pectiques, colore toute la membrane; sur les parties âgées des filaments, les cloisons transversales présentent une lamelle moyenne qui prend une teinte plus foncée et, par suite, est plus fortement pectique. Sous l'action de l'acide sulfurique concentré, la paroi des cellules âgées se gonfle sur sa face interne, puis se dissout, laissant le filament sous forme d'un tube relativement épais, non déformé; la paroi des cellules jeunes se gonfle davantage, le contour externe se boursoufle, et il ne reste qu'une mince cuticule. Après quelques jours d'action du réactif de Schweizer, le résultat est le même. Le résidu ainsi obtenu est uniquement pectique; il fixe le rouge de ruthénium, se colore en brun par l'acide phosphorique iodé, et est insensible au rouge Congo.

» Sous l'action de l'eau de Javel concentrée, la face interne de la paroi des cellules se gonfle beaucoup, mais sans se dissoudre, et se montre formée de couches successives; la partie moyenne de la membrane (transversale et longitudinale) se dissout, et la partie superficielle reste, tout au moins chez les cellules adultes, comme un très mince tube cuticulaire colorable encore par le rouge de ruthénium et insensible aux réactifs de la cutine. A l'intérieur de ce tube sont isolés et libres de petits cylindres, fermés aux deux bouts, gonflés, et qui sont la paroi propre de chaque cellule; ils se colorent fortement par le rouge Congo, et seulement en violet très pâle par le rouge de ruthénium. Les composés pectiques imprégnaient donc la membrane dans toute son épaisseur et il en est resté des traces alliées à la cellulose. Quant à la cuticule, elle est donc pectique et non de cutine; on pourrait la comparer à celle qui recouvre les filaments du coton.

» La cutine, d'après M. Mangin, se rencontre seulement là où existent

des composés pectiques et par conséquent elle prend naissance plutôt aux dépens de ceux-ci qu'aux dépens de la cellulose, comme on le dit généralement. Ici, la membrane est fortement pectique; mais, bien qu'en contact avec le milieu extérieur, elle ne possède pas de cuticule cutinisée.

» La membrane de l'*Ectocarpus fulvescens* présente donc, comme les poils du coton, un cas intermédiaire entre les membranes dépourvues de cuticule (appareils conidifères des Péronosporées) et celles munies d'une cuticule nettement cutinisée (épiderme des Phanérogames, Cryptogames vasculaires).

» En résumé, la membrane de l'*E. fulvescens* est de nature cellulosopectique. La surface extérieure, exclusivement pectique, probablement avec condensation spéciale, joue le rôle d'une cuticule; à l'intérieur est un cylindre, cloisonné par les lamelles moyennes, qui est fortement, ou peut-être exclusivement pectique; enfin, à l'intérieur de chacun des articles ainsi délimités est une paroi, propre à chaque cellule, où la proportion de cellulose est bien plus considérable que celle des composés pectiques.

» Les remarques précédentes s'appliquent probablement à bien d'autres Phéosporées, car celles que j'ai examinées se colorent facilement par le rouge de ruthénium. La gelée qui entoure certaines Diatomées fixées sur ces plantes est également pectique. »

BOTANIQUE. — *Sur l'avortement de la racine principale chez une espèce du genre* Impatiens (*L.*). Note de M. **Camille Brunotte**, présentée par M. Guignard.

« Le genre *Impatiens* L., qui comprend une seule espèce appartenant à la flore de France, est représenté cependant par un certain nombre d'espèces cultivées. L'une surtout, *Impatiens Balsamina* L., est bien connue; elle peut être prise comme type de la famille. Au moment où la graine de cette espèce a atteint son complet développement, elle contient sous ses téguments un embryon déjà très gros, dont la radicule, décrite par M. Flahault (¹), présente les caractères histologiques suivants :

» Elle est extrêmement courte et pourtant assez épaisse. Le cylindre central, ter-

(¹) Flahault, *Accroissement de la racine chez les Phanérogames*, thèse. Paris, 1878 (*loc. cit.*).

miné par un cône assez court, présente au sommet deux initiales beaucoup plus grandes qu'elles ne le sont d'ordinaire chez les végétaux voisins. L'écorce se développe aux dépens de quatre initiales, l'épiderme forme la coiffe constituée par quatre couches très régulières de cellules.

» Au sommet de la radicule se trouve donc, chez *I. Balsamina*, une coiffe normale. L'embryon offre l'ébauche de quatre racines latérales qui prennent naissance à l'extrémité de l'axe hypocotylé, aux dépens d'une plage rhizogène formée dans le péricycle très jeune. Ces racines présentent les caractères ordinaires ([1]) et sont placées très près de l'extrémité radiculaire. Lorsque la graine germe, on voit se développer simultanément la racine principale ou pivot et les quatre racines latérales; la jeune plantule possède ainsi, dans son très jeune âge, cinq racines : une opposée à l'axe hypocotylé, dont elle paraît être le prolongement, et quatre racines latérales, insérées sur cet axe et non loin de son extrémité basilaire.

» Ces caractères se rencontrent sensiblement les mêmes chez *I. glanduligera, I. parviflora, I. tricornis*, etc.; mais, en ce qui concerne *I. noli-tangere* L., j'ai pu constater une modification profonde.

» La graine mûre de cette espèce porte à l'une de ses extrémités un petit renflement qui correspond à la région hypocotylée et radiculaire; mais *la racine principale n'existe pas*. A l'extrémité de l'axe hypocotylé, à l'endroit exact où devrait exister, chez *I. noli-tangere* comme chez *I. Balsamina*, un méristème de racine, on ne trouve rien de semblable. Au sommet de cette région axile hypocotylée, là où existe chez *I. Balsamina* une région qui possède tous les caractères d'une coiffe et qui est formée par quatre couches de cellules, on observe, à la place de la coiffe, une assise de cellules qui s'étend à la périphérie de toute cette région hypocotylée et qui reste constamment indivise. On ne trouve pas non plus ici, comme chez *I. Balsamina*, les quatre initiales d'écorce, car le méristème de ce tissu y est représenté par un assez grand nombre d'assises superposées. La coiffe ne paraît pas exister et la radicule fait défaut.

» A la base de la tige développée après la germination, on remarque une sorte de disque sur lequel sont insérées de nombreuses racines filiformes, toutes de même diamètre et qui ne sont autres que les racines latérales dont les ébauches existaient déjà dans la graine. Quant à la racine principale formant pivot, on n'en voit pas trace. De nombreuses racines

---

([1]) LEMAIRE, *Racines latérales chez les Dicotylédones*, thèse. Paris, 1886. — VAN TIEGHEM et DOULIOT, *Origine des membres endogènes*. Paris, 1888.

latérales nées plus loin du sommet, sur les flancs de la tige, constituent un système radiculaire très complet. A la germination, l'espèce dont il s'agit se comporte autrement que les plantes du même genre : alors que les graines des autres espèces germent très facilement dans les cultures ordinaires, l'*I. noli-tangere* reste sans manifester la moindre activité. Des graines de différentes années, cueillies bien mûres et en différentes régions (Vosges, Alpes), placées dans les conditions où les autres graines de Balsamines germaient, n'ont jamais donné de plantules. J'ai pu suivre ces phénomènes de germination dans les Vosges, où j'ai trouvé en place, dans une station abondante d'*Impatiens*, des embryons très jeunes. Alors que les cotylédons, longs de 5^{mm} et larges de 2^{mm}, apparaissent hors terre, l'axe hypocotylé a déjà de 5 à 10^{cm} et les racines qu'il porte à son extrémité atteignent 8 et 10^{cm}; elles sont au nombre de plus de douze. Ces racines latérales sont toutes semblables et portent de nombreux poils absorbants; il n'y a pas trace de racine principale. Les premiers phénomènes de la germination se passent généralement à 10 ou 15^{cm} en dessous du sol; la graine se fend à son extrémité pour laisser sortir quatre racines latérales. A ce moment seulement, l'axe hypocotylé s'allonge supportant les cotylédons recouverts encore par les téguments. Ce n'est que plus tard que d'autres racines latérales se forment sur les flancs de l'axe hypocotylé accru. Les coupes faites dans la portion terminale de cet axe ne laissent aucun doute sur l'absence de racine principale.

» Chez les autres Balsamines que j'ai étudiées, j'ai toujours constaté la présence de la racine principale; cependant, un fait est à noter en ce qui concerne *I. glanduligera*, c'est que souvent cette racine reste courte, grêle à son extrémité et paraît n'avoir qu'une durée restreinte. En revanche, de nombreuses racines latérales existent chez cette plante. On pourrait peut-être en déduire que, lorsque les racines latérales se forment prématurément dans l'embryon, la racine principale n'a plus autant d'importance au point de vue physiologique et qu'elle a tendance à disparaître. Chez *I. noli-tangere*, où ces racines sont formées avant que les tissus conducteurs ne soient différenciés, la racine principale ne serait plus pour la plante d'aucune nécessité.

» Un fait analogue, concernant cet avortement de la racine, a été signalé par M. Flahault au sujet de *Trapa natans*, en ces termes [1] :

» Je crois devoir considérer le *Trapa* comme dépourvu d'une radicule bien orga-

---

[1] *Loc. cit.*

nisée, comme ne possédant qu'une tigelle bien développée, au sommet de laquelle une première division de l'épiderme constitue, en quelque sorte, la première ébauche d'une racine. La couche extérieure, formée par le dédoublement de l'épiderme, constitue tout ce qui, dans l'embryon du *Trapa*, représente la racine.

» Il est plus que probable que, chez un certain nombre de plantes, la racine principale peut ainsi avorter, mais les *racines latérales*, ou même *une seule racine latérale naissant très près du sommet*, l'une de celles-ci *paraît prendre la place de la vraie racine principale*. C'est ce que je me propose de démontrer dans un prochain Mémoire (1). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Préparation biochimique du sorbose*. Note de M. G. **Bertrand**, présentée par M. Dehérain.

« Le sucre qui porte aujourd'hui le nom de *sorbose* a été découvert par Pelouze, en 1852, dans du jus de sorbes qui avait été abandonné à lui-même pendant plus d'un an (2).

» Depuis cette époque, bien des chimistes ont essayé de reproduire l'expérience de Pelouze; mais on peut compter ceux qui, par hasard, ont été assez heureux pour voir leurs nombreuses tentatives couronnées d'un succès : Delffs, aux États-Unis (1871) (3); Vincent, en France (1880) (4), et Freund, en Allemagne (1890) (5).

» Ces résultats contradictoires proviennent de ce que le sorbose ne préexiste pas dans le jus des sorbes et qu'il y apparaît sous des influences accidentelles qu'on ne connaissait pas. Il m'a été impossible de déceler ce sucre, malgré l'emploi si sensible de la phénylhydrazine, dans du jus provenant des baies de *Sorbus aucuparia, intermedia* et *latifolia*, les premières recueillies à diverses époques de leur développement.

» Quand on abandonne à lui-même du suc de sorbes, il ne tarde pas à subir la fermentation alcoolique. En quelques jours, tout le glucose dis-

---

(1) Ce travail, entrepris sur les conseils de M. le professeur Lemaire, a été fait au laboratoire d'Histoire naturelle de l'École supérieure de pharmacie de Nancy.

(2) *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXV, p. 222. Pelouze avait appelé ce sucre *sorbine;* le nom de *sorbose* est plus conforme à la nomenclature actuelle.

(3) *Chemical News*, t. XXIV, p. 75.

(4) *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, p. 218.

(5) *Monatshefte für Chemie*, t. XI, p. 560.

paraît, faisant place à une quantité correspondante d'alcool. Si l'on examine la liqueur à ce moment, on n'y trouve pas trace de sorbose ([1]).

» Lorsque la fermentation alcoolique est terminée, la fleur du vin (*Saccharomyces vini*) envahit la surface du liquide; ce n'est pas elle qui produit le sorbose; elle fait disparaître l'alcool à l'état d'eau et de gaz carbonique. Des moisissures diverses (*Penicilium glaucum* surtout) lui succèdent le plus souvent; elles épuisent complètement le jus, mais ne donnent jamais de sorbose.

» Enfin, dans quelques cas, de petites mouches rougeâtres, attirées par l'odeur du liquide, viennent et déposent leurs œufs sur ses bords. La pellicule superficielle change alors complètement d'aspect : elle devient gélatineuse et consistante; de nombreuses larves y fourmillent, qui émergent ensuite, s'enkystent sur les parois du récipient et passent à l'état d'insectes parfaits. Ceux-ci pondent à leur tour et, si la saison n'est pas trop avancée, de nombreuses générations de la petite mouche se succèdent ainsi. Puis les froids arrivent, les larves disparaissent et la membrane gélatineuse poursuit seule son développement. Enfin, après un temps qui varie, suivant l'épaisseur du liquide, de quelques semaines à plusieurs mois, la dernière membrane perd sa translucidité; elle se dessèche et prend une coloration verdâtre. Toutes les transformations successives sont alors terminées; le liquide sous-jacent réduit énergiquement le réactif cupropotassique de Fehling, et renferme de grandes quantités de sorbose.

» Voici ce qui s'est passé : la membrane qui s'est développée à la surface du jus de sorbes est constituée par un nombre considérable de microbes de 2μ à 3μ de longueur sur un demi μ environ de largeur, et réunis les uns aux autres par une substance gélatineuse. Sous l'influence oxydante de ces petits êtres, la sorbite contenue dans le jus perd une partie de son hydrogène et se transforme en sorbose, d'après la réaction suivante :

$$2C^6H^{14}O^6 + O^2 = 2C^6H^{12}O^6 + 2H^2O.$$

» Le microbe qui provoque cette transformation est apporté dans le jus de sorbes par la petite mouche rougeâtre, qui est la mouche du vinaigre (*Drosophila funebris* Fabricus, *D. cellaris* Macquart).

([1]) On sait que le sorbose n'est pas attaqué par la levure; s'il préexistait dans le jus, on devrait le retrouver après la fermentation, sans être gêné cette fois par la présence du glucose.

» Ayant placé dans une étuve, vers la fin du mois d'août, un cristallisoir contenant un liquide favorable (vin et vinaigre), j'y aperçus, après quelques jours, une culture d'aspect caractéristique, développée en ligne sinueuse à la surface; une petite mouche du vinaigre était tombée dans le liquide; née au sein d'une culture antérieure, elle avait le corps recouvert de germes et partout, sur son sillage, elle en avait ensemencé le liquide.

» Le même microbe existe aussi fréquemment dans le vinaigre. Il apparaît presque toujours dans le mélange d'un volume de ce liquide avec un volume de vin rouge et deux d'eau. Je le crois, du reste, sinon identique au *Bacterium xylinum* de Brown, du moins très rapproché de celui-ci.

» Voici maintenant comment on peut, d'après ces observations, préparer le sorbose. On commence par se procurer le ferment spécifique en abandonnant à l'air, en plusieurs endroits, soit le mélange de vin et de vinaigre indiqué plus haut, soit du jus de sorbes débarrassé de sucre par fermentation, puis étendu d'environ un volume d'eau. Quand le microbe se développe à la surface de ces liquides, on le reconnaît facilement à ses colonies gélatineuses, plus épaisses et plus opaques dans leur partie centrale. Ces colonies deviennent très vite confluentes et forment alors une membrane résistante qu'on peut enlever d'une seule pièce.

» Une fois en possession du ferment, on l'ensemence sur un liquide nutritif, contenant de la sorbite. On peut prendre, pour cela, soit un milieu artificiel, soit un suc de fruit. Dans le premier cas, on prépare une solution de peptone à 1 pour 100, convenablement minéralisée, ou une décoction de levure et l'on y ajoute quelques centièmes de sorbite. Dans le second, on attend d'abord que la fermentation alcoolique soit terminée, puis on filtre avec soin. Je me suis servi de cerises et de plusieurs espèces de sorbes, mais on pourrait probablement utiliser tous les autres fruits charnus des mêmes familles, qui renferment aussi de la sorbite d'après les recherches de MM. Vincent et Delachanal (¹).

» Dans tous les cas, le liquide, nettement acide et n'ayant que quelques centimètres d'épaisseur, est maintenu vers + 25°. Dès que son action réductrice sur le réactif de Fehling cesse d'augmenter, on le purifie par le sous-acétate de plomb, à la manière ordinaire. Quand on est parti d'une culture en milieu artificiel, le liquide purifié et concentré donne un sirop se prenant en masse cristalline. Quand, au contraire, on a utilisé un suc de fruits, il faut reprendre le sirop par l'alcool. On ajoute au mélange juste

(¹) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 354.

assez d'acide sulfurique pour précipiter les substances qui gêneraient la cristallisation du sorbose, puis on décante et l'on chasse l'alcool par distillation ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur des observations d'hiver dans les cavernes des Causses* (*Padirac, etc.*). Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Du 27 mars au 7 avril 1896, j'ai visité à nouveau, pendant de fortes chutes de pluie et de neige, les gouffres et grottes de *Padirac* (Lot), du *Tindoul de la Vayssière* (Aveyron) et de *Dargilan* (Lozère), pour en rapporter les observations hivernales suivantes :

» I. Températures. — *Padirac* (du 28 mars au 1er avril). Extérieur + 1° à + 5° C. Intérieur du grand puits largement ouvert à l'air libre : pour les suintements d'eau débités par les joints de stratification, 6° à 6°,8; air à 54^m de profondeur, 5°,6 à 6°,2; air à 75^m, au fond, 8°. Flaque d'eau de suintement du deuxième puits, 8° (profondeur 90^m). Air et eau de la rivière souterraine (103^m à 130^m de profondeur), 12°.

» Contrairement à ce qui se passe en été, la température augmente donc avec la profondeur; l'air froid tombe bien en hiver dans cette caverne verticale, mais s'y réchauffe sous l'influence de la rivière (cela confirme que les glacières naturelles sont souvent dues à son accumulation dans des grottes sans issue et dont la forme particulière empêche son renouvellement en été). Pour l'eau, les suintements sont d'autant plus froids qu'ils sont plus rapprochés de la surface du sol et qu'ils ont moins d'épaisseur de terrain à franchir.

» La rivière souterraine elle-même est de 0°,3 seulement plus froide que le 28 septembre 1895, parce qu'elle est formée par l'absorption et la concentration souterraine de plusieurs ruisseaux aériens (voir *Comptes rendus*, 21 octobre 1895); la corrélation a été formellement prouvée cette fois par des expériences de coloration à la fluorescéine dissoute dans l'ammoniaque; ces ruisseaux opèrent sous terre un parcours suffisamment long (1^{km} à 4^{km}) et profond (100^m) pour s'assimiler la température à peu près constante du sol traversé.

» *Tindoul de la Vayssière*, 2 avril 1896. — Air extérieur, 4° à 5°,6; air au fond du

([1]) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

gouffre ouvert (38^{m} à 50^{m} de profondeur), 4°,5 à 4°,8; rivière souterraine : air, 11°; eau, 11°,2; sources et cavernes de Salles-la-Source : air extérieur, 5°,6; air et eau à l'intérieur, 11°,2.

» *Grotte de Dargilan :* 4 avril. — Air extérieur, +1°C.; air et eau à l'intérieur, 8°,5 à 9° (voir *Comptes rendus,* 12 mars 1894, pour les températures précédemment observées en été).

» II. Eaux souterraines. — *Padirac.* — La rivière intérieure, qui ne coulait pas le 28 septembre 1895, était au contraire très forte du 28 mars au 1er avril. Les variations sensibles de son gonflement et de sa diminution, assidûment étudiées pendant ces cinq jours, ont exactement suivi, avec vingt-quatre heures environ de retard, celles des pluies et neiges tombant à la surface du sol.

» Il est exact, comme je l'ai précédemment annoncé, que les crues souterraines ainsi constatées sur place n'élèvent pas le niveau de plus de 30^{cm}, au moins dans les 1500 premiers mètres de la rivière. Mais au fond, qui n'avait été visité qu'une fois le 10 septembre 1890, l'approche du siphon final provoque de bien plus grandes dénivellations. La dernière galerie, complètement à sec en 1890, avait 1^{m},50 d'eau le 29 mars 1896, et cette hauteur doit souvent être dépassée; le bassin terminal était profond de 6^{m}.

» La section du siphon doit donc être assez petite. La pente est nulle d'ailleurs pour les 300 derniers mètres.

» *Tindoul et Salles-la-Source.* — Toutes les galeries étaient remplies d'eau, ainsi que M. Gaupillat l'avait déjà constaté après les orages de fin septembre 1892.

» A *Dargilan,* au contraire, tous les bassins, uniquement alimentés par les infiltrations, étaient à peu près vides ou du moins de 0^{m},75 à 1^{m},50 plus bas qu'en 1888, 1889, 1890 et 1892.

» Jamais on ne les avait vus aussi réduits. Cela tient à ce que l'année 1895 a été très sèche et qu'aucune neige n'est tombée cet hiver sur le Causse-Noir [1]. Le suintement des voûtes était presque complètement arrêté le 4 avril 1896. L'amplitude des oscillations du niveau de l'eau explique ici comment se construisent et s'accroissent, à l'intérieur des cavernes, ces élégants barrages ou bassins de stalagmites nommés *gours;* à mesure que l'eau baisse, sous l'influence d'une lente évaporation, l'excès de carbonate de chaux en suspension, qui la sature de plus en plus, se précipite et cristallise contre les parois des vasques.

» Ce qui précède établit aussi que l'infiltration des eaux superficielles

---

(1) De même, en février 1896, M. R. Pons a vu complètement vide le réservoir que j'avais trouvé plein en septembre 1890 dans l'Igue-de-Bar, près Marcillac (Lot).

est, en général, assez rapide à travers les fissures du calcaire, et que les cavernes s'emplissent et se vident plus vite qu'on ne pourrait le croire : pour accroître leur efficacité comme réservoirs et régulateurs des eaux souterraines, il suffirait donc de ralentir l'infiltration. La reconstitution du sol végétal par le reboisement peut seule produire ce résultat : une fois de plus, nous sommes amenés à cette importante et inéluctable conclusion. En ce moment toutes les citernes du Causse-Méjean sont vides et les habitants doivent descendre chercher leur eau dans les vallées.

» III. Zoologie. — Enfin, j'ai, pour la première fois, recueilli, dans la rivière souterraine de Padirac, des *Gammarus* aveugles, dont M. A. Viré va faire la détermination et l'étude. »

M. **Bungetzianu** adresse, de Bucarest, des photographies qui lui paraissent mettre en évidence la diffraction des rayons X.

M. **Revel** adresse une Note ayant pour titre : « Conservation indéfinie des matières animales (notamment les viandes) au grand air et par tous les temps, même les plus chauds ».

M. **Chanel** adresse une Note relative à la période des taches solaires.

M. **Fernand Lataste** adresse une Note intitulée : « Retournement du chat dans l'espace ».

La séance est levée à 4 heures et demie. **J. B.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 avril 1896.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim,

E. PICARD, H. POINCARÉ et H. RESAL. Tome deuxième. Année 1896. Fasc. 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Essais de Jean Rey, Docteur en Médecine, sur la recherche de la cause pour laquelle l'étain et le plomb augmentent de poids quand on les calcine. Réimpression de l'édition de 1630, publiée avec Préface par M. ÉDOUARD GRIMAUX, Membre de l'Académie des Sciences. Paris, G. Masson, 1896; in-18. (Présenté par M. Grimaux.)

L'Hérault géologique, par M. P.-G. DE ROUVILLE, Doyen et Professeur honoraire de la Faculté des Sciences. 1862-1894. Deuxième Partie; in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

Chimie des matières colorantes artificielles, par M. A. SEYEWETZ et P. SISLEY. Premier fascicule. Paris, G. Masson, 1896; in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

L'*Électrochimie,* revue des Sciences et de l'Industrie. Directeur : M. ADOLPHE MINET. Fascicules 1 à 6, 1895, et 1 à 3, 1896; 9 fasc. in-4°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Conférence donnée le 26 *mars* 1896 *à la Société industrielle de l'Est de Nancy,* par M. ADOLPHE MINET, Ingénieur, *sur l'Électrochimie.* Nancy, A. Nicolle, 1896; in-8°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

La vigne du mont Ida et le vaccinium, par M. le Dr SAINT-LAGER. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1896; in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. 3e série. Tome XVIII. Mars 1896. Paris; in-8°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Mars 1896. Paris, Baudoin; in-8°.

Recherches sur les influences de la chaleur, du vent et de la vapeur d'eau sur la pression barométrique, par M. A. THÉVENET, Directeur de l'École supérieure des Sciences d'Alger. Mustapha, Alger, mars 1896; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration. IVe livraison. 1895. Saint-Étienne; in-8°.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College. Vol. XXXIV. Cambridge, Mass., 1895; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (13 *avril* 1896) *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet, L. Picart et Courty. Note de M. **G. Rayet.**

Comète Swift (13 avril 1896).

Dates 1896.	Etoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observateur.
		h m s	m s		
Avril 18......	1	10.21.17,86	−2.28,19	+ 3. 5,59	G. Rayet
19......	2	10.12.52,85	−1.31,57	− 3.14,52	G. Rayet
21......	3	11. 9. 4,52	+1.51,17	−10.20,87	F. Courty
22......	4	10.29.28,40	−1.28,83	− 0.42,79	G. Rayet
23......	5	10.35.13,47	+3.17,15	− 0.44,37	L. Picart
24......	6	10.40. 0,20	+1.15,31	+ 6.48,78	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	A.G.Z. Berlin, n° 1143	3.39.40,29	+0,16	67. 8.40,5	−8,32
2..	½[Weisse₂, H. III, 778. — Paris 4382]	3.37.38,70	+0,13	64.36. 5,7	−8,67
3..	½[Weisse₂, H. III, 608-609. — A.G.Z. Leyde, Zone 11-21, 243-125]	3.31. 2,96	+0,06	59.13.29,1	−9,21
4..	½[Weisse₂, H. III, 641-642. — A.G.Z. Leyde, Zone 265-58 393-75]	3.32.45,38	+0,03	56.40.32,8	−9,57
5..	½[Lalande, 6438. — A.G.Z. Lund., Zone XV]	3.25. 6,83	−0,04	53.52.15,8	−9,58
6..	D.M. + 38, n° 737	3.24.19,40	−0,09	51.12. 4,4	−9,80

Positions apparentes de la comète Swift (13 *avril* 1896).

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 18.......	8.31.30,0	3.37.12,26	$+\bar{1},655$	67.11.37,7	−0,788
19.......	8.19.10,5	3.36. 7,26	$+\bar{1},664$	64.32.42,5	−0,784
21.......	9. 7.21,1	3.32.54,19	$+\bar{1},651$	59. 2.58,9	−0,827
22.......	8.23.55,6	3.31.16,58	$+\bar{1},690$	56.39.40,5	−0,785
23.......	8.24.43,8	3.28.23,94	$+\bar{1},696$	53.51.21,8	−0,786
24.......	8.26.33,8	3.25.34,62	$+\bar{1},711$	51.18.43,4	−0,788

» La comète est ronde avec un diamètre d'environ 2′ et un noyau de 12ᵉ à 13ᵉ grandeur légèrement excentrique. »

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie du premier Volume de la seconde édition de son *Cours d'exploitation des Mines*. L'auteur n'a pas cessé, depuis la publication de cet Ouvrage, de rassembler des notes en vue de sa revision. Cette élaboration et la correction des épreuves viennent d'être accomplies avec le très utile concours de M. Maxime Pellé, Ingénieur au Corps des Mines. Les développements nouveaux ont porté principalement sur des questions qui se sont beaucoup transformées dans ces derniers temps, telles que l'exploitation du pétrole et du gaz naturel, la perforation mécanique et les nouveaux explosifs, la congélation des terrains aquifères, la circulation aérienne, les applications de l'électricité, etc.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1896.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Chauveau, Guyon.

Prix Gay. — MM. Mascart, Faye, Cornu, Bouquet de la Grye, Grandidier.

Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques (Prix du Budget) pour l'année 1898. — MM. Hermite, Jordan, Darboux, Poincaré, Picard.

Commission chargée de présenter une question de Prix Bordin (Sciences mathématiques) pour l'année 1898. — MM. Hermite, Picard, Darboux, Poincaré, Jordan.

Commission chargée de présenter une question de Prix Gay, pour l'année 1898. — MM. A. Grandidier, Bornet, Milne-Edwards, Van Tieghem, Guignard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PATHOLOGIE. — *Œdème maculaire ou périfovéal de la rétine.* Note de M. **I.-P. Nuel**, présentée par M. Marey.

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

« La *macula lutea* et son centre, la fossette centrale, est une partie de la rétine importante au point de vue physiologique et à celui de sa structure, de sa complication anatomique. Les altérations rétiniennes occasionnent les troubles visuels les plus prononcés en se localisant en cet endroit. Beaucoup de processus morbides du fond de l'œil ont enfin une prédilection marquée pour cette région, grâce précisément à sa complication anatomique et nutritive [1].

» Néanmoins, nos connaissances relatives aux altérations maculaires

---

[1] I.-P. Nuel, *De la nutrition de la rétine, particulièrement de la* fovea (in *Arch. d'Ophtalm.*, 1891).

sont assez rudimentaires. Le motif principal en est que l'endroit en question est moins accessible aux investigations ophtalmoscopiques, alors qu'une région voisine, physiologiquement moins importante, la papille du nerf optique, attire le regard et l'attention.

» Nous avons pu mettre en évidence une catégorie fréquente d'altérations maculaires, dont le point de départ est dans la couche de Henle, spéciale à la région périfovéale.

» Nous avons montré (¹) récemment que la figure stellaire, visible à l'ophtalmoscope, autour de la *fovea* des yeux brightiques, est produite par la présence de globes exsudatifs albuminoïdes dans la couche de Henle; la disposition étoilée résulte de l'arrangement des fibres de cette couche, fibres rayonnant autour de la fovea comme centre.

» Un œdème très particulier de cette couche de Henle survient fréquemment dans toutes sortes d'irritations du fond de l'œil : dans les rétinites, rétino-choroïdites, cyclites, traumatiques ou non; dans les suppurations commençantes de l'œil, dans les œdèmes par stase, dans l'embolie de l'artère centrale, etc. Dans des cas particuliers, on en reconnaît l'existence, à l'ophtalmoscope, sous la forme d'un trouble grisâtre, diffus ou rayonné, de la région périfovéale.

» Anatomiquement, on constate une forte infiltration par un exsudat séreux, de la couche de Henle, qui peut ainsi acquérir le quadruple et plus de son épaisseur normale. L'exsudat dissocie les fibres constituantes, tantôt en les isolant une à une, tantôt en les ramassant en faisceaux séparés par de grandes lacunes.

» D'autres fois, les fibres constituent un réseau dont les mailles sont remplies par un liquide clair. Ce dernier peut aussi être farci de petits globules de fibrine d'égale grosseur, signe d'une nature plus plastique (inflammatoire?) de l'œdème. L'étoile stellaire brightique n'est qu'une modalité de cette dernière forme.

» Cet œdème peut disparaître sans laisser de troubles fonctionnels bien graves. Il est à supposer qu'en cas de longue durée une restitution *ad integrum* est impossible.

» D'autres fois l'œdème se prononce davantage; alors une conséquence très fréquente en est un décollement rétinien dont la fovea est le centre, et qui dans des cas excessifs peut s'étendre à toute la membrane.

(¹) Le même, *Figure maculaire étoilée dans la rétinite albuminurique* (*ibid.*, p. 593; 1895).

» Le mécanisme de ce décollement est le suivant. L'œdème de la couche de Henle tend, somme toute, à en agrandir les fentes interstitielles, infiniment plus développées que dans le restant de la rétine. A cet effet, les fibres, qui normalement rayonnent autour de la fovea, situées à peu près dans le plan de la rétine, de façon que leur extrémité proximale (contre la couche moléculaire externe) est éloignée de la fovea plus que leur origine aux cônes; ces fibres, disons-nous, tendent à se redresser, à prendre une direction perpendiculaire au plan rétinien; ce qu'elles font du reste réellement. Mais elles ne le peuvent qu'à la suite d'un chevauchement des plans rétiniens les uns sur les autres, en vertu duquel les deux extrémités de chaque fibre sont amenées en regard l'une de l'autre. Quelquefois les plans externes (cônes et bâtonnets avec leurs grains) s'éloignent de la *fovea*. Le plus souvent, les plans internes, situés en dedans de la couche de Henle, glissent au contraire vers la *fovea*. Leurs éléments se tassent contre celle-ci; mais, de plus, l'ensemble de ces couches tend à se plisser, à dévier vers le corps vitré. Grâce à leur soudure intime avec les couches internes au niveau de la fovea (où il n'y a pas de couche de Henle) les plans externes (les cônes et leurs grains) sont ainsi entraînés vers l'intérieur de l'œil, attirés par les couches internes. Il y a formation d'un décollement rétinien, petit d'abord, affectant la forme d'une papille saillante, dont le sommet est la *fovea centralis*. Dans ce décollement, les grains internes sont tassés en couche anormalement épaisse contre la fovea, tandis que les externes sont raréfiés : preuve que des glissements se sont bien effectués de la manière indiquée. Les cônes et les bâtonnets, séparés de la choroïde, leur source nutritive principale, se sont altérés dans la partie décollée : les cônes sont gonflés en vésicules; les bâtonnets très allongés et fragmentés; enfin les deux espèces d'éléments disparaissent par résorption.

» Des expressions fonctionnelles de ces altérations sont la métamorphopsie et des scotomes centraux. Enfin, en cas de guérison du décollement, il reste, outre le scotome central, des altérations pigmentaires dans la *macula*.

» Mais le décollement peut s'étendre; la rétine se perfore à l'endroit de la *fovea*, et dès lors le liquide prérétinien, ayant libre accès sous la rétine, la décolle complètement, souvent en concurrence avec d'autres facteurs du décollement rétinien.

» On sait qu'une des premières altérations cadavériques de la rétine humaine est un décollement sous forme de pli maculaire et même une per-

foration à l'endroit de la *fovea*. Cette altération cadavérique se distingue au microscope des processus pathologiques décrits ici, notamment par l'absence de transformations dans les cônes et bâtonnets, ainsi que par celle d'un liquide sous-rétinien coagulé. Nos constatations ont été faites sur une douzaine d'yeux énucléés sur le vivant et plongés immédiatement dans l'alcool ou le liquide de Mueller.

» L'œdème périfovéal et ses conséquences mécaniques, notamment le décollement rétinien, jouent certainement un rôle important dans une foule de maladies du fond de l'œil. Très souvent, c'est là le facteur principal amenant l'abolition de la fonction visuelle. »

M. **Gouvernet** soumet au jugement de l'Académie une « Invention de puits métalliques avec filtration et stérilisation de l'eau ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. L. **Nicolai** adresse, de Saint-Pétersbourg, un Mémoire « Sur les abaques des efforts tranchants ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

CORRESPONDANCE.

M. E. **Maumené** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de M. *Reiset*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

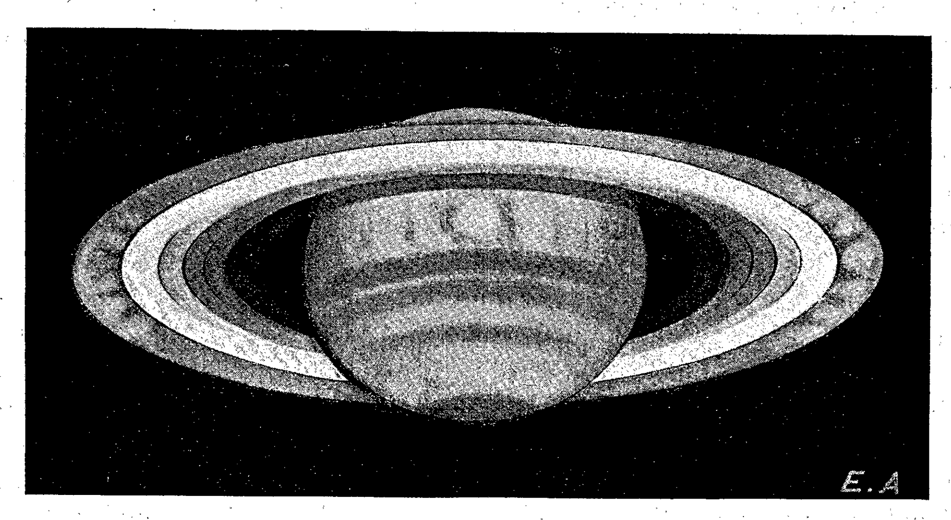
M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

« L'Année scientifique et industrielle », 39ᵉ année, par M. *Émile Gautier*. (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Nouvelles divisions dans les anneaux de Saturne.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« L'étude attentive et perpétuelle des planètes de notre système est inscrite au premier rang du programme des travaux de l'observatoire de Juvisy. Depuis le retour de Saturne au-dessus de notre horizon, M. Antomadi, chargé spécialement de ces observations, a reconnu dans les anneaux de cette planète un aspect nouveau qu'il est important de signaler.

» L'anneau médian (B) montre en sa région centrale une division bien marquée et, de part et d'autre, deux divisions plus faibles. La première



Aspect actuel des anneaux de Saturne.

et la plus sombre se trouve à peu près au milieu de la distance qui s'étend de la division de Cassini, découverte en 1675, au bord de l'anneau transparent, découvert par Bond en 1850. Elle se voit assez facilement quand l'atmosphère est parfaitement transparente. Les deux autres, beaucoup plus fines, ne sont visibles qu'à la suite de la plus grande attention.

» Déjà, le 8 juillet 1895, l'observateur avait soupçonné l'existence de ces trois divisions [1]; le mauvais temps et la position, très avancée vers le

---

[1] *Bulletin de la Société astronomique de France,* 1895, p. 271.

couchant, de la planète, le soir, n'avaient pas alors permis de confirmer cette importante observation.

» Le 18 avril dernier, l'aspect de ces lignes ne laissait plus aucun doute à cet égard. L'anneau B se montrait gradué en amphithéâtre, tel que l'a observé M. Trouvelot. Les gradins de cet amphithéâtre étaient au nombre de quatre; l'anneau commençait à l'extérieur d'abord par le mince filet brillant bien connu; puis venait une zone blanche claire, ensuite une autre plus foncée, enfin une troisième et une quatrième encore plus sombre. Trois divisions séparaient les quatre zones, constituant ainsi quatre anneaux différents. La division du milieu, que l'on verra facilement pendant l'opposition actuelle, est très marquée; c'est là aussi que la dégradation de teinte vers la planète subit une brusque transition par le contraste du gris relativement clair de la zone extérieure au gris foncé de la zone intérieure. Quant aux deux autres divisions, elles sont très faibles, et l'on n'arrive à les voir qu'avec la plus grande difficulté. Elles ne se montrent pas tout à fait noires, mais plus grisâtres. Il est évident, cependant, que cet aspect ne peut guère leur ôter leur caractère de divisions, car on sait que l'aspect d'une ligne fine et noire (comme la division de Cassini ou encore les canaux de Mars), vue à une grande distance, est celui d'un estompage plus ou moins vague ou vaporeux.

» Ce n'est pas la première fois que l'on observe des divisions sur l'anneau brillant. Ainsi, du 19 au 26 juin 1780, William Herschel remarqua une légère ligne sombre voisine du bord intérieur de l'anse occidentale; elle avait disparu le 29 juin, et aucun aspect analogue ne put être découvert sur l'autre anse. Le 29 mai 1838, de Vico, à Rome, aperçut deux divisions. Le 5 septembre 1851 et le 20 octobre suivant, Bond, à Cambridge, signala plusieurs subdivisions, dont une assez large. Le 9 janvier 1855, Coolidge (l'assistant de Bond) voyait pleinement trois ou quatre divisions sur cette même partie de l'anneau, et le 14 février 1857 il observait encore le même phénomène. Le 3 septembre 1875 et le 8 octobre 1876, Asaph Hall, à Washington, suspecta l'existence de plusieurs lignes concentriques sur ce même anneau B.

» Jusqu'à ce jour, on n'a constaté, comme division permanente certaine, que celle de Cassini, qui sépare l'anneau A de l'anneau B et mesure 0",53 de largeur (3650 kilomètres). La division d'Encke, sur l'anneau extérieur, qui était bien visible l'année dernière, ne l'est plus actuellement, et ne l'était pas non plus en 1884. L'anneau extérieur (A) montre actuelle-

ment aux anses d'énormes masses blanches séparées par des estompages rayonnant du centre du système.

» La variabilité de ces aspects tient-elle uniquement aux conditions atmosphériques, aux instruments et aux observateurs? Ou bien ces divisions ne sont-elles pas réellement variables et dues à l'attraction, variable elle-même, des huit satellites de Saturne sur les zones de corpuscules dont ces anneaux sont constitués? Nous avons maintes fois constaté une excentricité marquée dans la position du globe relativement aux anneaux. Si l'on compare l'ensemble des observations, faites par des astronomes très habiles et dans les meilleures conditions, on est porté à conclure que les divisions observées dans les anneaux de Saturne sont réellement variables. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *A propos d'une Communication de M.* R. Liouville, *Sur la rotation des solides*. Note de M. **N. Joukovsky**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une remarque, insérée dans les *Comptes rendus* (t. CXX, p. 903, 1895), M. R. Liouville examine le cas de la rotation d'un solide autour d'un point fixe dans le cas où

$$\beta = 0, \qquad A(B-C)\alpha^2 = C(A-B)\gamma^2, \qquad A > B > C,$$

qui admet l'intégrale algébrique particulière

$$A\alpha p + C\gamma r = 0.$$

Ce cas a déjà été l'objet des recherches faites par MM. Hess, Nekrassov, Mlodzieiowski et moi, et a été étudié en détail.

» M. Hess a le premier découvert (*Mathematische Annalen*, Bd. XXXVIII, 1890) l'intégrale algébrique ci-dessus, et a amené l'intégration ultérieure à une intégrale elliptique et à une équation différentielle à coefficients doublement périodiques.

» M. P. Nekrassov a montré (*Recueil mathématique de la Société mathématique de Moscou*, t. XVI, 1892, et *Travaux de la Section physique de la Société Impériale des Amis des Sciences naturelles*, t. V, Moscou, 1893) que le problème se ramène à l'intégration de l'équation linéaire

$$\frac{d^2 w}{d\tau^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{p'T - e'_0}{pT - e_0}\right)\frac{dw}{d\tau} + a^2(pT - e_0)w = 0 \qquad (T = \tau + \omega + \omega').$$

» En partant de cette équation que détermine la position de la verticale dans le solide, et en employant la transformation linéaire

$$Z = \frac{az+b}{cz+d},$$

M. Nekrassov a déduit analytiquement plusieurs propriétés du mouvement. Notamment, il a montré qu'il y a deux espèces de rotations : l'une d'elles est caractérisée par l'existence de mouvements asymptotiques, et l'autre par leur absence.

» La solution géométrique du problème est exposée dans mes Articles, dont l'un a été imprimé en russe (*Travaux de la Section physique de la Société Impériale des Amis des Sciences naturelles*, t. V, Moscou, 1893), et l'autre en allemand (*Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung*, Bd. III, 1894).

» L'interprétation géométrique des conditions de l'existence des mouvements que M. Nekrassov nomme *asymptotiques* a été essentiellement complétée par M. B. Mlodzieiowski (*Travaux de la Section physique de la Société Impériale des Amis des Sciences naturelles*, t. VI, Moscou, 1893).

» Le compte rendu détaillé de ces Travaux des mathématiciens russes paraîtra sous peu en français dans les *Mathematische Annalen* de M. Klein. »

HYDRAULIQUE. — *Sur le passage d'un écoulement par orifice à un écoulement par déversoir.* Note de M. **Hégly**, présentée par M. Boussinesq.

« Lorsque l'on abaisse progressivement le niveau de l'eau en amont d'un orifice rectangulaire vertical à base horizontale, il vient un moment où le liquide se détache du bord supérieur de l'orifice, qui devient alors un simple déversoir. Les deux formules qui servent habituellement à exprimer le débit sont

$$Q = mla\sqrt{2g\left(h - \frac{a}{2}\right)} \quad \text{et} \quad Q = MlH\sqrt{2gH},$$

a étant la hauteur de l'orifice, l sa largeur, et h ou H la hauteur de l'eau au-dessus de l'arête inférieure. Si l'on suppose, comme on le peut bien dans un premier aperçu, qu'au moment de la transformation $H = h = a$, les deux coefficients de débit sont alors liés par la relation simple $m = M\sqrt{2}$.

» Mais les choses ne se passent pas tout à fait ainsi, et la transformation est accompagnée d'un changement subit du niveau d'amont. Nous avons pu observer ce phénomène lors des expériences récentes de M. Bazin sur un orifice rectangulaire de $0^m,80$ de largeur et $0^m,20$ de hauteur, sans contraction latérale [1]. En abaissant le plan d'eau, le détachement a lieu quand la charge, mesurée à 5^m en amont, est encore de $0^m,028$ sur le sommet, soit $0^m,228$ sur le seuil, et, en même temps que s'opère la transformation, le niveau s'abaisse légèrement d'une quantité ε. Les deux formules à comparer deviennent alors (en admettant que le débit se conserve dans le passage d'un régime à l'autre)

$$(1)\quad Q_1 = ml.\,0,20\sqrt{2g.\,0,128} \quad \text{et} \quad Q_1 = Ml(0,228-\varepsilon)\sqrt{2g(0,228-\varepsilon)}.$$

» Si l'on relève ensuite le niveau, l'écoulement en déversoir disparaît quand la surface de l'eau affleure le bord supérieur de l'orifice, c'est-à-dire quand l'épaisseur e de la nappe sur la verticale passant par l'arête du seuil est égale à la hauteur a. La charge H, observée à ce moment, peut aussi être calculée par les données de M. Bazin sur le profil des nappes libres de déversoir [2]; en s'y reportant, on voit que l'on peut prendre $\frac{e}{H} = 0,856$, d'où $H = \frac{0^m,20}{0,856} = 0^m,234$. En même temps que la forme d'écoulement par orifice réapparaît, le plan d'eau se relève d'une quantité ε', et les formules à comparer sont, dans ce cas,

$$(2)\quad Q_2 = Ml.\,0,234\sqrt{2g.\,0,234} \quad \text{et} \quad Q_2 = ml.\,0,20\sqrt{2g(0,134+\varepsilon')}.$$

» La connaissance exacte des dénivellations ε et ε' permettrait de calculer, à l'aide des expressions (1) ou (2), l'un des coefficients M et m, en supposant l'autre déterminé. Malheureusement, leur valeur n'a pu être notée sur place, en raison du temps un peu long nécessaire à l'établissement du nouveau régime dans le canal d'amenée et de la difficulté d'y maintenir un débit rigoureusement constant. Ces variations de niveau ne sont pourtant pas négligeables. Si l'on suppose, en effet, ε, ε' nuls, et que l'on veuille calculer le coefficient m de l'orifice en partant du coefficient M

(1) *Expériences sur la contraction des veines liquides*, au t. XXXII du *Recueil des Savants étrangers*.

(2) *Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir*, deuxième article (p. 39), aux *Annales des Ponts et Chaussées*; janvier 1890.

du déversoir, bien connu par les expériences de M. Bazin sur les nappes libres, et dont la valeur est 0,442 pour $H = 0^m,230$ sur un déversoir de $0^m,50$ de hauteur, les formules (1) donneront $m = 0,672$ et les formules (2) $m = 0,684$. Ces valeurs sont trop élevées; le tarage de l'orifice rectangulaire que nous observions a donné, pour $h = 0^m,250$, $m = 0,643$, et, en prolongeant un peu la série, on pourrait prendre $m = 0,65$ pour $h = 0^m,230$. Cette valeur 0,65 est d'ailleurs celle qu'avait obtenue M. Lesbros, pour la charge la plus voisine de la transformation, sur un dispositif d'orifice semblable à celui qu'a étudié M. Bazin. En faisant alors $m = 0,65$ dans les formules, on peut inversement en tirer les valeurs de ε et ε'; on trouve ainsi $\varepsilon = 0^m,005$ et $\varepsilon' = 0^m,014$.

» En tenant compte de cet abaissement subit du niveau ou du relèvement correspondant, suivant que l'on opère par diminution du débit ou par augmentation, on voit qu'entre les charges $0^m,248$ et $0^m,228$ sur l'orifice, ou $0^m,234$ et $0^m,223$ sur le déversoir, c'est-à-dire entre les débits par mètre courant $Q_2 = 221^{lit}$ et $Q_1 = 206^{lit}$, l'écoulement peut avoir lieu sous l'une ou l'autre des deux formes. C'est un phénomène analogue à ceux qui ont été observés sur les déversoirs, tels que le passage d'une nappe adhérente à une nappe noyée en dessous, d'une nappe noyée en dessous à une nappe à profil ondulé, etc.; les deux formes de nappes peuvent exister entre deux débits assez différents, et le passage d'une forme à l'autre est aussi accompagné d'une variation sensible du niveau.

» L'observation que nous venons de rapporter fournira peut-être, malgré l'incertitude qui règne sur la valeur des dénivellations ε et ε', une indication utile pour l'étude du phénomène de contraction des veines liquides. Les deux écoulements qui se succèdent ne sont pas de même nature; si la surface inférieure de la nappe ne subit pas de changement de forme, il n'en est pas de même de la surface supérieure. Quand la nappe déversante arrive au contact du bord supérieur de l'orifice, la direction des filets liquides à l'amont est aussitôt modifiée, et leur courbure, d'abord tournée vers le bas, se tourne vers le haut dans la partie avoisinant l'orifice; il se produit en même temps une augmentation de la pression sur toute la surface de la nappe qui se trouve immédiatement en amont de l'orifice, par suite de la petite masse d'eau tourbillonnante qui s'y accumule. Ce sont ces deux causes qui déterminent le relèvement ε'. A l'aval, l'effet de la contraction, née sur le bord supérieur, s'accroît au fur et à mesure que la charge augmente, ce qui explique la diminution correspondante du coefficient de débit. Il arrive ensuite un moment où cette contraction paraît in-

dépendante de la charge, et le coefficient atteint alors une valeur constante, spéciale à chaque dispositif. »

PHYSIQUE. — *Sur un thermomètre-balance enregistreur et régulateur, à gaz ou à vapeurs saturées.* Note de MM. **H. Parenty** et **R. Bricard**, présentée par M. A. Cornu.

« Les expériences que nous avons eu l'honneur de résumer ici ont eu pour but d'appliquer à la mesure, l'enregistrement, la régulation des températures, une méthode, fondée sur la dilatation des gaz ou sur la tension des vapeurs saturées et que l'on peut formuler comme il suit : faire agir la chaleur sur un système mobile autour de ses points de suspension, de manière qu'à chaque température corresponde une position d'équilibre déterminée de ce système.

» 1° Voici la description d'une première expérience faite par nous :

» Une cloche fixe et verticale renfermant un gaz parfaitement desséché plonge dans une petite cuve à mercure, suspendue à l'un des bras d'un fléau, dont l'autre bras, équilibré par un contre-poids, conduit la plume d'un enregistreur (¹). Si l'on suppose nulle l'épaisseur de la cloche (²), les déplacements verticaux de la plume sont exactement proportionnels aux variations du volume du gaz, et la hauteur du mercure demeure invariable dans la cuvette.

» Cet appareil qui fournit à chaque instant le volume du gaz, mesuré sous une pression inférieure à la pression atmosphérique d'une quantité constante, indique bien exactement la température, comme en témoigne le Tableau ci-dessous :

$$T = 0,00043068\,(1083 + n)\,(H - 161)$$

(¹) Nous avons obtenu le guidage rectiligne de la plume en utilisant cette remarque que la conchoïde de cercle, dont le tracé mécanique est fort simple, se confond pratiquement avec une droite sur une étendue considérable, pour un choix convenable des paramètres qui la définissent.

(²) On peut réaliser ce dispositif, qui a l'avantage de rendre constante la force agissant sur le fléau, en donnant à la partie de la cloche plongeant dans la cuvette un diamètre extérieur égal au diamètre intérieur de la partie supérieure.

(n, ordonnée de la courbe en millimètres; H, pression atmosphérique; T, température absolue) :

Observations.			Calcul	Observations.			Calcu	Observations.			Calcul
1083 + n.	H − 161.	T.	T.	1083 + n.	H − 161.	T.	T.	1083 + n.	H − 161.	T.	T.
mm 1186	mm 552	° 281,8	° **281,9**	mm 1167	mm 563	° 282,9	° **282,9**	mm 1161	mm 571,5	° 285,6	° **285,7**
1185	553	282,4	**282,2**	1183	563,5	286,9	**287,1**	1158	571,5	285,0	**285,0**
1167	556,5	280,2	**279,8**	1155	564	281,6	**281,5**	1145	572	282,2	**282,1**
1184	557	283,8	**284,0**	1171	564,8	285,2	**284,8**	1147	572,5	282,6	**282,8**
1179	558	283,4	**283,4**	1165	567	284,4	**284,5**	1157	573	285,8	**285,5**
1164	559	280,1	**280,2**	1172	568,2	286,8	**286,8**	1161	573,5	286,3	**286,7**
1168	560	282,0	**281,8**	1153	569	282,6	**282,5**	1119,5	574,5	277,2	**277,6**
1178	561	284,2	**284,3**	1160	570,7	285,2	**285,1**	1161	575	287,0	**287,5**
1161	562	280,8	**281,0**	1153	571	283,8	**283,5**	1147	575,5	284,6	**284,2**

» Pour effectuer automatiquement le calcul de ce Tableau, il faut recourir à l'emploi d'un baromètre-balance, donnant, comme on le sait, des déplacements proportionnels aux variations de la pression atmosphérique. Un système de leviers croisés, analogue à celui que l'un de nous a employé dans la construction du compteur de vapeur ([1]), permet de combiner les indications des deux appareils, de manière à obtenir la température T dont l'expression a été écrite plus haut. On peut profiter du baromètre pour enregistrer la pression et la température sur le même tambour.

» 2° On peut remplacer le baromètre-balance par un appareil identique à celui décrit en premier lieu, mais renfermant un volume de gaz différent. Si l'on désigne par x et y les hauteurs des cuvettes au-dessus de plans horizontaux convenablement choisis, on trouve la relation

$$(1) \qquad T = \frac{xy}{kx + k'y},$$

k et k' désignant des constantes. C'est un cas particulier de la relation homographique entre les trois variables x, y et $z = T$,

$$(2) \qquad Axyz + Byz + Czx + Dxy + Ex + Fy + Gz + H = 0,$$

dont on peut obtenir une représentation cinématique très simple : trois leviers concourants, mobiles autour de points fixes, rencontrent les côtés d'un triangle fixe en trois points M, N, P. Les distances $OM = x$, $O'N = y$, $O''P = z$, comptées sur les côtés à partir d'origines quelconques O, O', O'',

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 811; t. CV, p. 286; t. CX, p. 1055; t. CXVI, p. 867.

satisfont à une relation que l'on peut identifier avec (2), pour une détermination convenable des éléments du système.

» L'application de ce principe permet de construire T donné par la formule (1).

» 3° On peut encore suspendre aux deux extrémités d'un fléau deux cuvettes identiques, où plongent deux cloches également identiques, d'épaisseur compensée comme il a été dit plus haut. L'une de ces cloches renferme un gaz; l'autre est vide et fonctionne comme un baromètre. En désignant par x la hauteur de l'une des cuvettes, on a la relation linéaire

$$T = Ax - BH + C, \tag{3}$$

A, B et C désignant des constantes. On suspend alors la plume de l'enregistreur à la chape d'une poulie dont les deux brins de suspension sont attachés en des points convenables, l'un au fléau de l'appareil, l'autre à celui d'un baromètre-balance. Pour que dans la relation (3) le terme en H eût un coefficient nul, il faudrait que le diamètre des cloches fût identique à celui des cuvettes, qui, dès lors, glisseraient à frottement doux sur elles. On pourrait alors supprimer l'intervention du baromètre-balance.

» 4° Pour nous affranchir des corrections barométriques, nous avons construit un tube en U renfermant une colonne mercurielle, et dont les deux branches fermées sont l'une vide, l'autre remplie d'un gaz. Le centre de gravité d'un semblable appareil, suspendu par un couteau perpendiculaire à son plan, varie suivant la tension du gaz, et la rotation qui en résulte autour de l'axe peut être rendue exactement proportionnelle à la variation de la température, au moyen d'une came reliée à cet axe, et sur laquelle s'enroule la chaîne d'un contre-poids. Le tracé de cette came peut être calculé ou déterminé expérimentalement.

» 5° Ce dernier appareil acquiert une sensibilité remarquable quand on remplace le gaz par la vapeur saturée d'un liquide que l'on peut choisir suivant l'échelle des températures à observer. Un appareil de petites dimensions, à vapeur de chloroforme, nous a permis d'obtenir des tracés fort exacts à l'échelle de 1^{mm} pour $0°,1$. Nous avons pu, dans ces expériences, en donnant une position convenable à l'axe de suspension, nous dispenser de recourir à une came.

» Tous ces appareils peuvent être appliqués à la régulation des températures dans les étuves chauffées par le gaz d'éclairage : il suffit de leur faire commander une valve augmentant ou diminuant l'accès du gaz, suivant que la température s'élève au delà, ou reste au-dessous du niveau que

l'on veut maintenir. Pour les étuves chauffées à la vapeur, il conviendrait sans doute de recourir, pour le réglage des valves, à l'emploi d'un moteur électrique. »

PHYSIQUE. — *Mode d'action des rayons X sur la plaque photographique.* Note de M. R. Colson.

« Je me suis proposé de chercher si les rayons X impressionnent la plaque photographique directement ou par l'intermédiaire d'une transformation due au support ou à la couche sensible elle-même; pour abréger, je comprendrai tous les effets de phosphorescence et de fluorescence, visibles ou non, dans l'expression générale de radiations secondaires.

» *Première expérience.* — Deux plaques sensibles (Lumière, marque bleue) sont disposées de façon à se recouvrir en partie, les gélatines en contact, et sont emballées dans quatre épaisseurs de papier noir; sur chacune, une bande de gélatine a été enlevée de façon à mettre le verre à nu. Sur le dessus du paquet est placée une règle métallique, et le tout est exposé pendant une demi-heure aux rayons X qui proviennent d'un tube de Crookes, éloigné de 6^{cm}, et excité par une bobine donnant une étincelle de 4^{cm} avec trois accumulateurs.

» Les rayons qui tombent sur le verre de la première plaque traversent ensuite la couche sensible de celle-ci, puis continuent leur chemin, les uns dans la deuxième couche sensible et ensuite dans le verre, les autres dans l'air et le papier noir.

» Le développement simultané des deux plaques montre les résultats suivants :

» A. Les deux couches en contact sont impressionnées avec la même intensité, et il n'y a qu'une légère différence, sur la deuxième couche, en face de la partie dénudée.

» B. Il n'y a aucun renforcement de la teinte sur la première couche, dans la région en contact avec la gélatine ou le verre de la deuxième plaque; donc, ni la couche sensible, ni le verre de cette deuxième plaque, n'a émis de radiations secondaires capables de produire l'effet photographique.

» C. La région de la deuxième couche qui a reçu directement les rayons X est plus foncée que celle qui a été impressionnée au travers de la première plaque, mais les bords de l'ombre produite par la règle métallique sont aussi nets dans les deux régions et exactement dans le prolongement l'un de l'autre. Ceci tend à prouver que le verre de la première plaque n'a pas émis non plus, dans sa masse, de radiations secondaires, car celles-ci se seraient propagées latéralement dans le verre, de $1^{mm},5$ d'épaisseur, entre

la règle et la couche, et auraient causé une impression à l'intérieur de l'ombre; ce résultat concorde avec l'observation B.

» En résumé, cette première expérience indique que ni les rayons qui se transmettent à l'intérieur de la première plaque, ni ceux qui arrivent ensuite sur la deuxième, ne produisent de radiations secondaires capables de déterminer l'effet photographique.

» Mais une objection se présente : les rayons qui sortent de la première plaque sont-ils réellement des rayons X, ou des rayons secondaires que la première plaque émettrait en absorbant et transformant les rayons X? On peut répondre à cette objection par l'expérience suivante :

» *Seconde expérience.* — Je sépare les deux plaques en deux paquets distincts enveloppés de papier noir, et je les dispose horizontalement, l'une au-dessus de l'autre, avec un écartement de 18^{mm}, les gélatines étant en regard comme dans l'expérience précédente. Au-dessus du centre de la plaque supérieure, je place le tube de Crookes, à 4^{cm}, avec un diaphragme de 1^{cm} d'ouverture. Je pose sur la plaque supérieure, au centre, une pièce d'argent de 18^{mm} de diamètre, et, entre les deux plaques, près des bords, un tube de cuivre vertical, ainsi qu'une boîte en carton contenant un porte-monnaie.

» Si ce sont les rayons X qui sortent de la première plaque, ils vont déterminer une image négative de la pièce sous forme d'une ombre de 22^{mm} de diamètre, entourée d'une pénombre de 5^{mm}, d'après le trajet de ces rayons en ligne droite; ils formeront aussi une certaine ombre du tube, et, accessoirement, devront avoir la force de traverser le carton et le porte-monnaie en donnant une image du contenu.

» Si, au contraire, ce sont des radiations secondaires, émises par la plaque supérieure, elles se transmettront dans toutes les directions à partir de chaque point de celle-ci, et impressionneront la deuxième couche à l'intérieur des ombres dont il vient d'être question.

» Or la deuxième plaque prend dans le révélateur une teinte foncée sur laquelle se détachent, de la façon la plus nette, les ombres et pénombres ayant exactement la place et les dimensions prévues d'après le trajet des rayons X; de plus, le carton et le porte-monnaie sont fortement traversés et laissent voir en blanc l'image des pièces.

» Par conséquent, ce sont bien les rayons X qui agissent sur la deuxième couche après avoir traversé la première plaque, et l'on est en droit de leur appliquer la conclusion de la première expérience, c'est-à-dire qu'ils impressionnent *directement* le gélatino-bromure sur verre.

» Le papier au gélatino-bromure m'a donné le même résultat. »

PHYSIQUE. — *Sur l'hétérogénéité des radiations émises par les tubes de Crookes et sur leur transformation par les écrans.* Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. Becquerel.

« Depuis l'explosion du mouvement scientifique provoqué par les premières observations de Lénard et de Röntgen, on a vu se produire les affirmations les plus contradictoires sur des phénomènes produits dans des circonstances en apparence identiques. Dès l'origine, je me suis heurté à des contradictions de ce genre entre des résultats obtenus par moi-même. C'est ainsi que je puis soumettre à l'Académie un cliché qui met en évidence des résultats qui semblent paradoxaux. On y voit des pièces métalliques paraissant d'autant mieux traversées qu'elles sont plus épaisses, un carton relativement opaque, puis la superposition de ce carton et d'une pièce de métal formant un ensemble transparent pour certaines radiations. Il y a plus, et ceci ne peut se voir que sur le cliché, aux endroits où la plaque a été impressionnée par les radiations ayant traversé les métaux, la gélatine a pris une teinte franchement rouge qu'elle ne prend pas sous l'influence directe des radiations incidentes. Ce cliché a été obtenu dès l'origine de mes tentatives. Avec les appareils d'aujourd'hui les mêmes pièces métalliques, le même carton, se comportent suivant la formule usitée, à savoir : le carton traversé ne laisse qu'une empreinte peu sensible, la pièce métallique enfermée dans le carton se montre parfaitement opaque, enfin les mêmes ciseaux arrêtent les radiations d'une manière uniforme dans toutes leurs parties, quelle que soit l'épaisseur de celles-ci.

» Voici maintenant comment j'explique ces résultats, et je dois dire que, malgré la conviction qu'ont pu m'apporter des expériences qui me sont personnelles et dont je me réserve de développer ultérieurement les détails, je n'oserais peut-être pas encore formuler aussi positivement mon explication sans l'appui des faits récemment découverts par M. H. Becquerel qui sont venus éclairer d'une manière aussi heureuse qu'inattendue toute une classe de phénomènes de phosphorescence, et dont les résultats que je présente me semblent être la généralisation.

» Les impressions photographiques produites par les tubes de Crookes ont, suivant moi, deux causes principales, les radiations émises par la surface de telle ou telle des électrodes et celles provenant de la paroi de l'enveloppe rendue phosphorescente. Si l'on suit historiquement l'évolu-

tion du mouvement scientifique sur ce sujet, on reconnaît que tout d'abord on rechercha les ampoules dans lesquelles la surface du verre est très lumineuse, et qu'on s'ingénia à développer cette manifestation du rayonnement cathodique. Puis, un autre courant d'idées s'établit empiriquement, l'importance de la phosphorescence de la paroi se trouve amoindrie, et quand on analyse le détail de la construction des ampoules qui ont conquis la faveur des opérateurs, on voit que la surface cathodique y prend la prépondérance.

» Or, le cliché d'apparence paradoxale que je présente a été obtenu avec une ampoule sphérique à électrodes filiformes, à surface remarquablement phosphorescente. On ne pouvait même, avec des temps de pose très prolongés, en obtenir que de très imparfaites épreuves du squelette d'une main. Au contraire, avec les ampoules à grandes surfaces cathodiques, on obtient une silhouette parfaitement noire des objets métalliques et des squelettes très rapides et très nets. A mon sentiment, cette différence des effets se trouve entièrement d'accord avec les travaux de M. H. Becquerel, qui ont montré que les radiations dites X de certains corps phosphorescents traversaient plus facilement les métaux que celles prises en bloc des tubes de Crookes généralement usités.

» Si l'on observe la silhouette des ciseaux de mon épreuve, il y a lieu de remarquer que les parties centrales qui sont les plus épaisses apparaissent traversées, tandis que celles latérales, plus minces, se sont comportées comme opaques. Mais il faut tenir compte de cette circonstance que, sur les bords, la surface polie est très fortement inclinée, à 45° environ, et que l'opacité apparente s'explique alors par la réflexion des radiations, ce qui est d'accord avec la constatation faite par M. H. Becquerel de la réflexion des radiations obscures émises par certains corps phosphorescents.

» En ce qui regarde la pièce de monnaie incluse dans la boîte de carton, on voit ici la preuve d'un phénomène entièrement nouveau. Les deux épaisseurs de carton absorbent, et leurs actions absorbantes s'ajoutent là où il n'y a rien d'interposé; mais quand les radiations ont trouvé l'épaisseur de carton supérieure qui a dû les affaiblir et qu'elles rencontrent ensuite la pièce de métal, non seulement elles la traversent, mais elles paraissent traverser plus facilement la seconde épaisseur de carton. En tous cas, la radiation incidente a été transformée par son passage à travers le métal, car elle impressionne la couche sensible en la colorant, phénomène entièrement nouveau sur lequel je reviendrai ultérieurement. Les métaux paraissent donc jouir d'une sorte de fluorescence.

» Au point de vue pratique, on peut tirer des observations que je viens de signaler cette conclusion que, dans les effets radiographiques que l'on demande le plus souvent aux tubes de Crookes, les radiations émanées des électrodes et celles émanées des enveloppes ont des actions généralement antagonistes, les secondes venant apporter de l'impression dans les ombres données par les premières.

» Qu'il me soit permis d'ajouter que, en présence de toutes ces manifestations de la transformation des radiations et en raison de leur évidente multiplicité, il semble qu'il serait temps de renoncer à une dénomination aussi vague que celle de *rayons* X; et, en attendant qu'on puisse définir chaque radiation par sa longueur d'onde, on pourrait peut-être retenir dans le nom de l'espèce sa propriété la plus caractéristique qui est de traverser très facilement les substances relativement opaques pour les rayons lumineux proprement dits; je proposerais donc de les dénommer *radiations hyperdiabatiques*. »

PHYSIQUE. — *Action des rayons* X *sur les corps électrisés*. Note de MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Après avoir étudié, selon notre Communication du 30 mars, l'influence spécifique du corps électrisé sur la vitesse de déperdition de son électricité par les rayons X, nous avons étudié celle du diélectrique gazeux dans lequel ce corps est plongé. Les résultats de cette étude sont exposés, avec quelques autres, dans un pli cacheté déposé sur le Bureau de l'Académie, sous le n° 5203, le 20 avril dernier.

» Pour cette étude, nous avons ajouté à notre électroscope à feuilles d'or une boîte métallique pouvant tenir le vide, et dans laquelle se trouve, isolé par un bouchon de diélectrine, un disque de laiton communiquant avec les feuilles d'or. Les rayons X viennent frapper ce disque en traversant une fenêtre parallèle fermée par une plaque mince d'aluminium.

» Une première série d'expériences nous a montré que la vitesse de dissipation de l'électricité augmente quand la densité du gaz augmente, diminue quand cette densité diminue. Elle est plus grande dans l'air comprimé que dans l'air ordinaire; elle est moindre, au contraire, dans l'air raréfié. Elle est moindre dans l'hydrogène que dans l'air; plus grande dans l'acide carbonique, plus grande encore dans l'acide sulfureux.

» Le sens du phénomène ainsi établi, nous avons obtenu la loi numé-

rique par une série de mesures donnant, soit dans l'air à différentes pressions, soit dans des gaz différents à la même pression, le temps de chute des feuilles à partir du même angle initial jusqu'au même angle final.

» Cette loi est la suivante :

» La vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons X, pour un même corps électrisé dans les mêmes conditions, varie proportionnellement à la racine carrée de la densité du gaz où il est plongé.

» Voici une série de mesures relatives à l'air, la pression variant depuis 7^{mm} de mercure jusqu'à 765^{mm}. Le produit du temps de chute par la racine carrée de la pression, et par suite de la densité, doit être constant.

Pression : P.	Temps de chute : t.	Produit : $t\sqrt{P}$.
7 mm	102	[269,9] (1)
17	140	577,2
28	120,7	638,7
40,5	95	604,6
54	79	580,5
70	67,1	561,4
87	61,5	573,6
158,5	44,9	565,3
283	34,1	573,7
414	30,2	614,5
576	26	624
765	24,2	669,3
	Moyenne.	598,4 (sans le 1er nombre)
	Écart moyen.	$\pm 26,4$ soit $\frac{1}{22,7}$

» Autre expérience, avec un fonctionnement différent du tube de Crookes :

Pression : P.	Temps de chute : t.	Produit $t : \sqrt{P}$.
107 mm	69	225,7
203	50,8	228,9
304	40,5	223,3
	Moyenne.	226
	Écart moyen.	$\pm 1,5$ soit $\frac{1}{151}$

(1) Ce nombre trop faible peut s'expliquer parce que le potentiel initial est presque égal au potentiel explosif pour l'air à la pression 7^{mm}, et par suite l'action propre du vide s'ajoute à celle des rayons X pour provoquer la déperdition électrique, dans cette première expérience. Dans toute occurrence, nous préparons une série de mesures pour les pressions plus faibles.

» La loi est donc nettement établie pour un même gaz à diverses pressions.

EXPÉRIENCES SUR DIFFÉRENTS GAZ, A UNE MÊME PRESSION.

Air et acide carbonique.

Rapport des temps de chute, pour un même angle........	1,257
Rapport inverse des racines carrées des densités..........	1,237

Hydrogène (contenant quelques traces d'air) et air.

Rapport des temps de chute...........................	3,23
Rapport inverse des racines carrées des densités..........	3,79

» Ces premières mesures paraissent donc bien établir également la loi, en ce qui concerne les différents gaz.

» En résumé, la dissipation de l'électricité par les rayons X dépend à la fois de la nature du corps électrisé, intervenant par une sorte de pouvoir absorbant lié à son opacité, et de la nature du gaz environnant, mais n'intervenant que par sa masse spécifique, ou quand on passe d'un gaz à un autre, par sa masse moléculaire.

» Nous croyons donc devoir chercher l'explication de cette dissipation, non dans l'hypothèse d'une absorption de l'énergie radiante par les molécules du diélectrique gazeux se dissociant en ions libres, mais dans celle d'une absorption de cette énergie par le corps électrisé lui-même, expulsant, grâce à elle, les molécules gazeuses condensées à sa surface ou même occluses jusqu'à une certaine profondeur. Et, en effet, nous avons observé, au cours de nos expériences, certains indices directs [1] de ces derniers phénomènes. Nous espérons pouvoir prochainement faire connaître les résultats de l'étude que nous en poursuivons, et arriver à expliquer aisément, par notre hypothèse, un certain nombre de propriétés, singulières en apparence, observées dans les rayons X par plusieurs auteurs. Il nous semble que l'on pourrait, par exemple, attribuer à ce départ de molécules gazeuses électrisées, provoqué par les rayons X quand ils frappent une

---

(1) Par exemple, pendant la charge de l'électroscope, la plaque de cuivre étant dans l'air à une certaine pression plus ou moins faible, lorsqu'on atteint le potentiel explosif correspondant à cette pression, la chute des feuilles d'or est précédée d'une période de quelques secondes, d'un équilibre instable, correspondant sans doute à une modification dans la couche gazeuse condensée. De même, quand la même pression est établie depuis assez longtemps, le potentiel limite s'élève.

plaque métallique électrisée préalablement, les phénomènes d'électrisation apparente de ces rayons, signalés par M. Lafay, et aussi les actions singulières observées par M. Piltschikoff dans le cas de couches électrisées multiples ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons de Röntgen électrisés.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai donné la description sommaire d'une expérience qui m'a permis de recueillir l'électricité transportée par les rayons de Röntgen électrisés.

» En répétant cette expérience dans des conditions variées et en substituant à l'électroscope un électromètre de M. Mascart, je suis parvenu à quelques résultats que je vais exposer.

» Considérons un faisceau de rayons de Röntgen qui, après avoir traversé une membrane conductrice, pénètre, par une ouverture convenable, dans une enceinte de Faraday en plomb épais, à l'intérieur de laquelle se trouve un écran métallique convenablement isolé et relié à l'électromètre.

» Lorsqu'on met la membrane conductrice en communication avec une source d'électricité positive ou négative, on constate que de l'électricité de même nom se développe sur l'écran conducteur contre lequel viennent frapper les rayons; la charge de ce conducteur, rapide au début, atteint assez vite une valeur limite plus ou moins élevée suivant sa forme et sa nature. Si, à ce moment, on met la membrane conductrice en communication avec la terre, l'électricité suit une marche inverse et l'écran se décharge jusqu'au potentiel zéro, comme l'ont observé MM. Benoist et Hurmuzescu.

» Tout se passe comme si la membrane électrisante et l'écran étaient reliés par un fil très résistant et mal isolé; je suis, en effet, parvenu à reproduire les mêmes phénomènes, sans tube de Crookes, en mettant en communication l'écran et la membrane par un fil de coton le long duquel j'avais établi des dérivations qui aboutissaient à la terre.

» Pour étudier la manière dont s'électrisent les rayons, j'ai examiné l'action d'un grand nombre de membranes électrisantes, constituées par des feuilles métalliques différentes superposées en nombre variable ou par des feuilles de papier et de gélatine imbibées avec un liquide conducteur.

([1]) Laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne, 27 avril 1896.

Ces essais m'ont montré que, tant pour la charge que pour la décharge de l'écran conducteur, *le transport de l'électricité est d'autant plus rapide que la membrane est plus transparente.*

» La difficulté de réaliser, avec des substances différentes, des membranes rigoureusement équivalentes comme transparence ne m'a pas encore permis de voir s'il existe ou non une action spécifique due à la nature des corps constituants.

» Au cours de cette étude, j'ai constaté qu'en supprimant la membrane électrisante placée sur le trajet des rayons, l'électromètre révélait cependant, en général, une légère charge positive de l'écran conducteur; les rayons ordinairement émis par le tube de Crookes sont donc, en réalité, des rayons de Röntgen positifs; mais l'électrisation qu'ils sont susceptibles de communiquer à l'écran qui les intercepte est environ vingt à trente fois plus faible que celle obtenue en employant les rayons électrisés, qui m'ont donné une déviation magnétique sensible.

» Ce résultat m'a naturellement conduit à me demander pour quelles raisons les physiciens qui ont tenté de dévier les rayons de Röntgen avec des champs magnétiques beaucoup plus intenses que celui dont j'ai fait usage, ont échoué dans leurs recherches, alors qu'en réalité ils avaient affaire à des rayons électrisés et par suite déviables.

» Pour expliquer ce fait, il est bon de remarquer que si, comme l'expérience me l'a montré, le flux de Röntgen est assimilable à un mauvais conducteur mal isolé, il doit perdre rapidement son électrisation dans l'air et n'être presque plus électrisé au moment où il traverse le champ magnétique pour peu que le tube de Crookes soit éloigné de ce dernier. De plus, j'ai eu l'occasion de vérifier que l'électrisation des rayons ne demeure pas constante pendant un fonctionnement prolongé du tube, de telle sorte que l'artifice qui consiste à éloigner la plaque photographique pour accentuer les déviations, conduit, par suite de la durée de pose nécessairement plus grande, à une autre cause d'insuccès [1].

» Après avoir étudié l'action de la membrane électrisante j'ai recherché l'influence que pouvait avoir la nature du métal de l'écran conducteur sur la marche du phénomène; on sait que MM. Benoist et Hurmuzescu ont découvert que, dans ce cas, la décharge produite est plus rapide avec les

---

[1] Il est même possible que certains tubes fournissent des rayons négatifs; ce fait expliquerait peut-être la charge négative de l'électroscope observée par certains expérimentateurs.

métaux les plus denses; j'ai constaté qu'en général *les corps qui donnent la décharge la plus prompte sont également ceux qui se chargent le plus vite sous l'action des rayons électrisés.*

» Lorsque l'écran est constitué par une feuille métallique mince on constate une charge plus lente et une décharge plus rapide qu'avec une lame plus épaisse de même métal; mais il faut observer que, dans ce cas, les rayons traversent l'écran et créent une dérivation en jouant le rôle de fils conducteurs tendus entre la partie postérieure de la feuille mince et la paroi opposée de l'enceinte de Faraday. En employant différents dispositifs capables d'empêcher la production de cette dérivation, je n'ai plus observé que des différences beaucoup moins sensibles entre la charge et la décharge d'un même métal pris sous des épaisseurs différentes.

» La transparence plus ou moins grande des écrans est donc susceptible de troubler la marche normale des phénomènes; les expériences suivantes ont attiré mon attention sur une autre cause de déperdition.

» En plaçant un écran circulaire de même diamètre que le faisceau cylindrique des rayons, d'abord normal, puis incliné sur l'axe du faisceau, j'ai remarqué que dans la première position la décharge était plus lente et la charge plus rapide que dans la deuxième.

» Pour expliquer ce fait, il était naturel de penser que les radiations non interceptées par suite même de l'inclinaison de l'écran jouaient le rôle de conducteurs parasites et permettaient la déperdition par la paroi postérieure de l'enceinte; cette explication est cependant insuffisante; en effet, en substituant à l'écran circulaire un écran elliptique représentant la projection du disque incliné à 45°, la décharge s'est trouvée sensiblement plus lente; j'ai été ainsi conduit à attribuer la déperdition, au moins en partie, à la réflexion diffuse des rayons sur la surface de l'écran.

» On sait que MM. Batelli et Garbasso ont déjà étudié par une méthode photographique la réflexion diffuse des rayons de Röntgen; j'ai cependant cru bon de m'assurer de ce fait de la façon suivante.

» Après avoir disposé le tube de Crookes sur le côté de l'enceinte de Faraday, de manière que les rayons ne puissent pas pénétrer directement par l'ouverture qui y est pratiquée, j'ai observé qu'en plaçant devant cette ouverture une lame métallique exposée aux rayons et convenablement inclinée, il était possible de décharger l'écran électrisé.

» On voit par ce qui précède que l'étude du phénomène de la décharge et de la charge des conducteurs par les rayons de Röntgen présente des

causes d'erreur qu'il est bien difficile d'éviter d'une façon absolue et l'on conçoit en particulier que la charge ne puisse pas dépasser une valeur limite qui dépend de la forme du conducteur, de sa nature et de sa position à l'intérieur de l'enceinte protectrice. »

STÉRÉOCHIMIE. — *Superposition optique de six carbones asymétriques dans une même molécule active.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Goudet**, présentée par M. Friedel.

« 1. L'étude des conditions dans lesquelles se superposent les effets optiques des carbones asymétriques d'une même molécule active a déjà fait l'objet de plusieurs travaux. Des recherches, relatives à l'oxyde d'amyle ([1]), ont d'abord démontré que ces superpositions s'effectuent algébriquement chez les corps à deux carbones asymétriques identiques; des expériences relatives au valérate d'amyle et à l'amylglycolate d'amyle ([2]) ont ensuite prouvé que les corps à deux carbones asymétriques différents suivent la même loi; des vérifications plus récentes ([3]) ont permis d'établir que les corps à trois carbones asymétriques se comportent de même; enfin, M. Walden ([4]) a pu constater qu'un corps à quatre carbones asymétriques, comme le tartrate d'amyle, obéit aux mêmes règles. Nous avons poussé ce genre de vérifications encore plus loin et présentons aujourd'hui les résultats de recherches qui démontrent que la superposition des effets optiques des carbones asymétriques est algébrique pour un corps à six carbones asymétriques, le divaléryltartrate d'amyle.

» 2. Nous publions d'abord les données relatives au tartrate d'amyle, corps dont nous devions préalablement faire l'étude avant d'aborder celle de l'éther divalérylé; nos observations à ce sujet confirment celles de M. Walden; nous nous bornons à les indiquer d'une façon très sommaire.

([1]) Guye et Gautier, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 740; *Bull. Soc. chim.* (3), t. XI, p. 1170.

([2]) Guye et Gautier, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 954; *Bull. Soc. chim.* (3), t. XIII, p. 457.

([3]) Guye et Jordan, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 632 et 1274; Walden, *Zeitschr. f. ph. Chem.*, t. XVII, p. 705; Guye et Goudet, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 827.

([4]) Walden, *loc. cit.*

Éthers.	Point d'ébullition H = 10mm à 25mm.	Densité.	Réfraction moléculaire calculée.	Réfraction moléculaire observée.	Pouvoir rotatoire [α]D.
1. Tartrate racém. d'amyle actif....	215°-225°	1,0554	73,25	73,32	+ 3,38
2. » actif » racém..	215-220	1,0696	72,96	73,32	+14,67
3. » actif » actif....	230-240	1,0575	73,42	73,32	+18,61

» Si l'on envisage la formule développée du tartrate d'amyle

$$C^2H^5 - \underset{CH^3}{\overset{H}{C^*}} - CH^2 - CO^2 - \underset{OH}{\overset{H}{C^{**}}} - \underset{H}{\overset{OH}{C^{**}}} - CO^2 - CH^2 - \underset{H}{\overset{CH^3}{C^*}} - C^2H^5$$

il est évident que l'éther 1 mesure l'effet optique des deux carbones asymétriques marqués du signe *, tandis que l'éther 2 mesure l'effet des deux carbones asymétriques désignés par le signe **. La somme de ces deux effets, soit $+ 3,38 + 14,67 = + 18,05$, doit donc être égale au pouvoir rotatoire de l'éther 3; l'activité de ce dernier se mesure par le nombre 18,61; dans les limites des erreurs d'expérience, la théorie est donc confirmée par ces observations.

» 3. Considérons maintenant la formule développée du divaléryltartrate d'amyle :

$$C^2H^5 - \underset{CH^3}{\overset{H}{C^*}} - CO^2 - \underset{\underset{H - C^{***}(C^2H^5) - CH^3}{CO^2}}{\overset{H}{C^{**}}} - \underset{H}{\overset{\overset{CH^3 - C^{***}(C^2H^5) - H}{CO^2}}{C^{**}}} - CO^2 - \underset{H}{\overset{CH^3}{C^*}} - C^2H^5.$$

Elle est caractérisée par six carbones asymétriques, égaux deux à deux, marqués des signes *, ** et ***.

» Il est évident qu'en préparant un divaléryltartrate d'amyle dont tous les éléments seront inactifs, sauf le radical amylique, le pouvoir rotatoire de ce composé (éther 1) donnera l'effet optique des deux carbones asymétriques C*; l'acide tartrique racémique, l'alcool amylique racémique et le chlorure de valéryle actif fourniront un éther (éther 2) dont le pouvoir

rotatoire mesurera l'effet optique des deux carbones C**; enfin l'acide tartrique actif, avec tous les autres éléments inactifs, permettra d'isoler un corps (éther 3) dont le pouvoir rotatoire représentera l'effet optique des deux carbones C***. D'autre part, la somme de ces trois effets devra être égale au pouvoir rotatoire du divaléryltartrate d'amyle obtenu à partir d'éléments tous actifs (éther 4). Nous avons préparé tous ces éthers. Nos observations, réunies dans le Tableau suivant, démontrent que la somme des pouvoirs rotatoires des éthers 1, 2, 3, soit

$$[\alpha]_D = 2,44 + 6,42 + 3,48 = 12,34,$$

est très approximativement égale au pouvoir rotatoire de l'éther 4, soit

$$[\alpha]_D = +11,32,$$

ainsi que l'indique la théorie.

Éthers.	Point d'ébullition. $H = 10^{mm}$ à 30^{mm}.	Densité.	Réfraction moléculaire		Pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$.
			observée.	calculée.	
1	260°-270°	1,0095	119,84	120,05	+ 2,44
2	240-270	1,0066	120,09	120,05	+ 3,48
3	»	1,0172	119,06	120,05	+ 6,42
4	238-245	1,0089	119,96	120,05	+11,32

» Dans une publication plus étendue, nous indiquerons tous les détails de nos expériences; nous en discuterons les principales causes d'erreur, qui, on le conçoit aisément, sont d'autant plus nombreuses que le composé est caractérisé par un plus grand nombre de carbones asymétriques différents, et nous établirons que nos résultats sont exacts dans les limites de ces causes d'erreur. Sous ces réserves, nous pensons que l'étude du divaléryltartrate d'amyle, en fournissant un exemple de superposition algébrique des actions optiques de six carbones asymétriques, dans une même molécule active, achève de démontrer la généralité des deux principes qui ont été posés au début de ce genre de recherches : *Principes de l'indépendance et de la superposition algébrique des effets optiques des divers carbones asymétriques d'une même molécule active* (1). »

---

(1) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un azotate basique de magnésie.* Note de M. **Gaston Didier**, présentée par M. Troost.

« Les azotates basiques anhydres de magnésie signalés jusqu'ici, ont été préparés par la voie sèche en maintenant en fusion le sel neutre hydraté jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeur d'eau. La masse, reprise par l'eau, laissait un résidu d'azotate basique anhydre.

» Chodnew (1) a obtenu ainsi une poudre blanche amorphe ayant pour composition $3MgO, Az^2O^5$. De son côté, M. Ditte, en opérant dans les mêmes conditions, mais en poussant la calcination jusqu'à l'apparition de vapeurs nitreuses, a constaté la formation de paillettes nacrées d'un nouveau sel basique $4MgO, Az^2O^5$.

» J'ai pensé qu'en recourant à la voie humide, d'après la méthode de M. Rousseau (2), qui consiste à chauffer les solutions très concentrées des azotates neutres en présence de la base correspondante, je réussirais à obtenir un nouvel azotate basique hydraté.

» L'expérience a confirmé mes prévisions. Mais j'ai eu à surmonter des difficultés spéciales provenant, d'une part, de la tendance de la magnésie à se polymériser dès qu'on la chauffe au-dessus de 400°, ainsi que l'a montré M. Ditte, et, d'autre part, de la présence constante de quelques traces de carbonate, dans la magnésie provenant de la calcination de l'hydrocarbonate.

» J'ai cependant réussi à obtenir un produit pur dans les conditions suivantes. On fait dissoudre 200gr d'azotate neutre hydraté dans 150cc d'eau. On ajoute progressivement à cette solution, maintenue à 100°, 10gr de magnésie caustique préparée en calcinant plusieurs heures l'hydrocarbonate à une température comprise entre 350° et 400°.

» Au début, la magnésie se dissout presque entièrement dans le liquide en laissant quelques flocons de carbonate. Vers la fin de l'expérience, on élève la température à 150°, puis on filtre le liquide sur une toile fine qui retient le carbonate et l'excès de magnésie.

» La dissolution claire est enfermée dans des flacons bouchés où elle reste quelque temps en sursaturation. Après une période assez longue, qui peut varier de un à dix jours, on voit se former un précipité floconneux qui augmente lentement et finit par

---

(1) *Ann. Pharm.*, t. LXXI, p. 241.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, p. 321.

occuper presque tout le volume de la liqueur. La lenteur de ce phénomène rappelle la cristallisation bien connue du sulfate de chaux dans ses solutions sursaturées.

Quand tout le sel basique s'est déposé, on essore rapidement la masse à la trompe en opérant, autant que possible, à l'abri de l'acide carbonique de l'air, puis on place le magma, bien égoutté, entre des doubles de papier buvard, que l'on comprime à la presse. L'opération est renouvelée à plusieurs reprises, jusqu'à ce que le sel basique ne cède plus rien au papier.

» On obtient ainsi une masse blanche, formée par un feutrage de fines aiguilles microscopiques agissant sur la lumière polarisée. Ce nouvel azotate basique hydraté a pour composition $3MgO, Az^2O^5, 5H^2O$, comme le montrent les analyses suivantes :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
MgO	37,33	38,09	37,73
Az^2O^5	33,82	»	33,95
H^2O (par diff.)	28,85	»	28,32

» L'eau froide le détruit rapidement. MM. Rousseau et Tite [1], puis M. Werner [2] avaient déjà signalé un phénomène du même ordre pour l'azotate basique de chaux ; mais, tandis que, pour ce dernier, la décomposition reste incomplète, du moins à la température ordinaire, le sel basique de magnésie se résout totalement en azotate neutre et magnésie hydratée. L'alcool absolu lui-même exerce une action décomposante analogue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sesquiphosphure de fer cristallisé.* Note de M. A. **Granger**, présentée par M. Troost.

« Le chlorure ferrique, chauffé au rouge sombre dans la vapeur de phosphore, est d'abord réduit à l'état de chlorure ferreux, puis transformé en sesquiphosphure de fer; en même temps il se produit du trichlorure de phosphore. L'opération se fait facilement en chauffant, dans un tube de verre vert, traversé par un courant de gaz carbonique, du phosphore et du chlorure ferrique placés dans deux nacelles. Pour obtenir un produit bien cristallisé, il est nécessaire d'opérer lentement et d'empêcher la température de s'élever jusqu'au ramollissement du verre. Une fois la réaction

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1184; 1892.

(2) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 169; 1892.

terminée, on trouve la nacelle qui contenait le chlorure ferrique tapissée de phosphure de fer que l'on débarrasse, par des lavages à l'eau bouillante acidulée par l'acide chlorhydrique, du chlorure ferreux qu'il retient.

» Le sesquiphosphure de fer se présente sous forme d'une croûte gris clair, formée de petits cristaux microscopiques, durs, doués de l'éclat métallique et non magnétiques.

» Le sesquiphosphure de fer est insoluble dans les acides chlorhydrique et azotique et dans l'eau régale. On peut le chauffer au contact de l'air jusqu'au voisinage du rouge sombre sans l'altérer ou le décomposer; au rouge vif il perd du phosphore et laisse une masse métallique, qui fond difficilement quand on la maintient dans la partie la plus chaude du chalumeau à air et à gaz d'éclairage.

» Chauffé au rouge sombre dans un courant de chlore, le sesquiphosphure est attaqué lentement; l'attaque ne se fait rapidement qu'à la température de fusion du verre vert. Le brome ne réagit qu'à une température plus élevée.

» L'analyse de ce corps a été faite en l'attaquant par le chlore, puis en reprenant par l'eau les produits de sa décomposition, évaporant à sec et redissolvant dans une solution d'oxalate d'ammonium. La liqueur ainsi obtenue a été électrolysée, puis, une fois le fer déposé, traitée par la liqueur magnésienne.

	Trouvé.	Calculé pour Fe^2P^3.
Phosphore...........	45,61	45,37
Fer.................	54,35	54,63

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur le péridinitronaphtalène.* Note de M. Ch. Gassmann.

« Lorsqu'on nitre la naphtaline, il se forme en majeure partie de l'α-nitronaphtaline à côté de très peu de dérivé β, comme nous le savons.

» Une action plus énergique de la nitration engendre deux nouveaux corps qui sont l'un le binitronaphtalène 15, qu'on désigne par le préfixe α, du P. F. 214,0, l'autre le β-binitronaphtalène fusible à 170°.

» M. Beilstein avait donné une méthode par laquelle on pouvait obtenir un mélange de 15-binitronaphtalène (en majeure partie), et de son isomère 18 en proportion moindre à côté du mononitronaphtalène.

» Voulant avoir des rendements plus forts en dérivé 18, j'ai entrepris une série d'essais qui m'ont indiqué comme conclusion que la proportion de 18 dinitronaphtalène dans le produit de réaction tient surtout à la concentration des acides employés et à la température de la réaction et paraît

même être dans une certaine proportionnalité avec celle-ci. Je citerai quelques exemples à l'appui.

» 1. On introduit par petites portions 128gr de naphtalène en écailles dans 110gr d'acide azotique à 61,7 pour 100 de $HAzO^3$; le dérivé mononitré se forme à mesure de la transformation de la naphtaline blanche en mononitronaphtalène jaune, huileux, qui surnage. On laisse refroidir, puis on y ajoute le mélange suivant, préparé d'avance : le mélange refroidi de 300gr d'acide sulfurique à 93 pour 100 de H^2SO^4 et de 100gr d'acide sulfurique fumant à 60 pour 100 d'anhydride est additionné de 150gr d'acide azotique à 61,7 pour 100 de $HAzO^3$. On verse une première portion de cet acide sulfonitrique dans le produit de réaction; la température s'élève, on laisse refroidir, tout en agitant constamment, et l'on y ajoute lentement le reste. Après cela, on chauffe pendant douze heures au bain-marie, on verse après refroidissement dans 5lit d'eau, on lave le produit avec autant d'eau et l'on sèche le binitronaphtalène au bain-marie.

» Tandis que le produit, obtenu par la méthode de Beilstein, se présente sous l'aspect d'une masse gluante ne se laissant sécher que très mal, le mélange ci-obtenu est en boules fondant généralement au-dessus de 150°. La présence du mononitronaphtalène dans ce cas n'a pu être démontrée (on sait qu'il est facilement soluble dans le sulfure de carbone et l'on se sert de cette propriété pour pouvoir le déceler par son point de fusion. Le rendement est le suivant :

» Produit brut : 206gr; la théorie en demande 218gr, soit 94,5 pour 100.

» La séparation des deux dinitronaphtalènes se fait avec l'acétone, le dérivé 15 n'y étant presque pas soluble, à l'encontre de son isomère 18. Le mieux est alors d'extraire le mélange sec pulvérisé dans un appareil Soxhlet jusqu'à ce que le résidu fonde à 210°-214°. Celui-ci cristallise bien du toluène, tandis que les eaux-mères acétoniques laissent déposer le β dinitronaphtalène, qu'on reprend avec le même dissolvant. Il n'est d'ailleurs souillé que par un peu de matière jaune, qui ne gêne pas grandement lorsqu'on veut s'en servir en vue d'obtention de 18-diaminonaphtalène.

» Obtenu :

α-dinitronaphtalène.......	79gr	soit	36,2 o/o de la théorie.
β-dinitronaphtalène.......	115gr	soit	52,7 »

Pertes 5,6 o/o, qui figurent surtout au compte du β dérivé.

» 2. On mélange, en évitant tout échauffement, les acides sulfurique et nitrique comme dans le premier exemple, et l'on ajoute cet acide sulfonitrique au produit de réaction de 128gr de naphtalène et de 110gr d'acide nitrique à 61,7 o/o de $HAzO^3$, en

empêchant la température de s'élever ; l'addition se fait par conséquent très lentement et au fur et à mesure de la transformation du binitronaphtalène. Lorsque tout a été ajouté, on laisse à froid pendant vingt-quatre heures et l'on chauffe ensuite pendant douze heures.

» Soumis au traitement indiqué dans le procédé (1), on obtient avec ce produit les données suivantes :

			Pour 100.
Produit brut..........	214gr	Théorie : 218gr	98,1
α-binitronaphtalène....	79	»	27
β-binitronaphtalène....	115	»	67
Pertes pour 100........	4,1	»	94

» 3. On nitre 128gr de naphtalène avec 260gr d'acide azotique à 61,7 pour 100 de $HAzO^3$ avec précaution ; puis, lorsque tout l'hydrocarbure surnage à l'état huileux de mononitronaphtalène, on y ajoute lentement le mélange froid de 300gr d'acide sulfurique ordinaire à 92 pour 100 et d'acide sulfurique fumant à 60 pour 100 d'anhydride. On chauffe pendant une ou deux heures, on verse dans l'eau et l'on isole d'après le procédé connu.

» Obtenu :

			Pour 100.	
Brut.................	200gr	Théorie : 218gr	91,7	de la théorie.
Mononitronaphtalène...	20	»	10	du produit.
α-binitronaphtalène....	46	23 pour 100 du produit.	21,1	de la théorie.
β-binitronaphtalène....	114	»	52	de la théorie.

» 4. On mélange 260gr d'acide azotique à 61,7 pour 100, 300gr d'acide sulfurique ordinaire à 92 pour 100 d'H^2SO^4 et 200gr d'acide sulfurique fumant à 60 pour 100 d'anhydride. On y introduit, en évitant tout soubresaut de température, 128gr de naphtalène, en agitant et à la température ambiante ; puis, après avoir nitré tout l'hydrocarbure, on chauffe dix heures au bain-marie.

» Isolés de la manière décrite, les produits de réaction se présentent dans les proportions suivantes :

			Pour 100.
Brut................	215gr	Théorie : 218gr.	98,6 du rendement théorique.
α-dinitronaphtalène...	52	»	23,8 »
β-dinitronaphtalène...	148	»	67,9 »

» Nous voyons, d'après cela, que le rendement en 18-dinitronaphtalène dépend aussi de la température qu'on observe au commencement de la réaction. Ce qui prouve ce fait, c'est que si, dans l'exemple 2, la température hausse un peu au commencement de la seconde phase, le rendement en β-dinitronaphtalène décroît au profit de son isomère 15. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tartrate du phénylhydrazine et ses dérivés.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Arm. Gautier.

« L'intérêt qu'offre la description d'un tartrate de phénylhydrazine tient d'une part à l'action que cette base exerce sur les propriétés optiques de l'acide tartrique; de l'autre, à la constitution de ce tartrate et des composés que nous avons obtenus.

» *Bitartrate de phénylhydrazine* $C^{14}H^{20}Az^2O^{12}$. — On dissout 100^{gr} d'acide tartrique ordinaire dans 500^{cc} d'alcool concentré; après dissolution, on ajoute 100^{gr} de phénylhydrazine. Le mélange est suivi d'une légère élévation de température; on l'additionne de son volume d'éther à 65°. Après un jour ou deux de repos, le liquide est envahi par une abondante cristallisation. Parfois il y a sursaturation, mais il suffit d'amorcer avec un cristal pour provoquer le dépôt du tartrate de phénylhydrazine.

» Le magma cristallin est essoré à la trompe et dissous dans l'alcool bouillant; par refroidissement, on obtient de belles aiguilles prismatiques incolores qu'une seconde cristallisation abandonne à l'état pur.

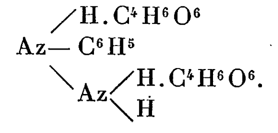
» Le bitartrate de phénylhydrazine est en aiguilles incolores, au moment où elles se déposent de l'alcool, mais il se colore en jaune au sein même de ce liquide et surtout au contact de l'air. Il est soluble dans l'eau (1 partie dans 4 parties), moins soluble dans l'alcool froid, et fort peu dans l'éther. La solution aqueuse, au contact de l'air, s'altère et dégage des bulles gazeuses. Elle dévie à gauche le plan de la lumière polarisée; la déviation atteint environ 3° pour 0,518 de matière dans le tube de $0^m,20$ de longueur.

» Dissous dans l'acide nitrique et traité par un courant de bioxyde d'azote, le bitartrate abandonne une résine noire essentiellement formée par de la nitrobenzine. Le liquide, neutralisé et évaporé, dévie à droite. Dans cette expérience, la phénylhydrazine ayant été détruite, le retour à l'acide tartrique ordinaire montre l'influence de cette base sur les propriétés optiques de celui-ci. Avec les alcalis, la décomposition est lente, incomplète, et les eaux mères conservent leur déviation à gauche.

» Soumis à l'action de la chaleur, ce sel s'altère et fond à 118°-119°.

» A l'analyse, le bitartrate de phénylhydrazine donne des nombres qui s'accordent bien avec la formule ci-dessus.

» La phénylhydrazine étant une base diacide, nous avons envisagé le corps précédent comme un tartrate acide, en lui donnant la formule



D'après cette constitution, le bitartrate de phénylhydrazine doit fonctionner comme une molécule d'acide tartrique vis-à-vis des bases, ce qui est exact; en second lieu, la présence d'un atome d'hydrogène basique, doit lui imprimer des propriétés rappelant celles des amines; de fait, nous avons obtenu un dérivé amidé, un chlorhydrate, un benzoate et enfin, avec l'aldéhyde éthylique, une combinaison définie. L'ensemble de ces dérivés ne laisse aucun doute sur la formule que nous avons admise.

» *Bitartrate de phénylhydrazine et de potassium*

$$Az \begin{cases} H.CO^2H(CHOH)^2CO^2K \\ -C^6H^5 \\ Az \begin{cases} C^4H^6O^6 \\ H \end{cases} \end{cases}$$

— Ce sel s'obtient en dissolvant 10gr de bitartrate de phénylhydrazine dans 100cc d'alcool bouillant, laissant refroidir, et ajoutant une solution alcoolique de potasse.

» Il se dépose de petits cristaux blancs, fort peu solubles dans l'eau froide, insolubles dans l'alcool concentré et l'éther.

» La solution aqueuse dévie à gauche le plan de la lumière polarisée.

» *Bitartrate de phénylhydrazine et de baryum*

$$Az \begin{cases} H.CO^2H(CHOH)^2CO^2 \\ -C^6H^5 \\ Az \begin{cases} H.CO^2H(CHOH)^2CO^2 \\ H. \end{cases} \end{cases} \rangle Ba.$$

— Il s'obtient en dissolvant : 10gr de bitartrate de phénylhydrazine dans 100cc d'eau et ajoutant de l'eau de baryte jusqu'à production d'un précipité permanent; on chauffe alors vers 40° ou 50° et on continue l'addition d'eau de baryte. Lorsque le précipité refuse de se dissoudre, on laisse refroidir; il se dépose des cristaux microscopiques blancs, qui ont la composition susmentionnée.

» Ce sel est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude; la solution aqueuse dévie à gauche le plan de la lumière polarisée.

» *Bitartrate de phénylhydrazine et d'oxyde d'antimoine*

$$Az \begin{cases} H.CO^2H.CHOH.CHO.(SbO).CO^2H \\ -C^6H^5 \\ Az \begin{cases} H.CO^2H.(CHOH)^2.CO^2H \\ H \end{cases} \end{cases}$$

Cette combinaison, point de départ de tout ce travail, s'obtient en faisant bouillir une solution aqueuse de bitartrate avec de l'oxyde d'antimoine en excès. On peut aussi l'obtenir directement. On pèse 100gr d'acide tartrique qu'on dissout dans 200cc d'eau. Cette solution est divisée en deux parties : l'une est neutralisée avec la phénylhydrazine, on ajoute la seconde. On porte le tout à l'ébullition; on verse à ce moment de l'oxyde d'antimoine obtenu par voie humide; ce dernier se dissout; on continue les

affusions jusqu'à refus en ajoutant de l'eau; on filtre bouillant. Par refroidissement on obtient de belles houppes soyeuses; on les essore, on les dessèche dans un courant d'air et on les fait cristalliser à deux reprises dans l'alcool bouillant.

» Ce composé est en petits cristaux incolores, solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool froid, mais se dissolvant bien dans l'alcool bouillant. La solution aqueuse, comme l'alcoolique, dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière. Sa composition répond à la formule donnée.

» *Dérivé amidé*

$$\mathrm{Az}\begin{cases} \diagup \mathrm{H.\,CO^2H.(CH\,OH)^2.CO} \ldots\ldots\ldots \\ -\mathrm{C^6H^5} \\ \diagdown \mathrm{Az}\begin{cases}\diagup \mathrm{H.\,CO^2H.(CH\,OH)^2.CO^2H} \\ \diagdown \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}\end{cases}$$

. — Il s'obtient en exposant le tartrate de phénylhydrazine à l'action d'une température de 100°. A cet effet, aussitôt qu'il a été préparé, on le chauffe à l'air au bain-marie; le sel entre en fusion vers 90°. Après quelques heures, il se solidifie et forme une masse vitreuse. A ce moment on ajoute une petite quantité d'eau : le tout se prend en une masse de cristaux. On sépare ceux-ci par le filtre et l'on épuise par l'alcool bouillant.

» On obtient de petits cristaux fusibles à 225°, peu solubles dans l'eau froide et dans l'alcool. La solution aqueuse dévie à gauche le plan de la lumière polarisée. Cette déviation est plus énergique qu'avec le bitartrate.

» *Chlorhydrate de bitartrate de phénylhydrazine :*

$$\mathrm{Az}\begin{cases} \diagup \mathrm{H.CO^2H.(CH\,OH)^2.CO^2H} \\ -\mathrm{C^6H^5} \\ \diagdown \mathrm{Az}\begin{cases}\diagup \mathrm{H.CO^2H.(CH\,OH)^2.CO^2H} \\ \diagdown \mathrm{H.H\,Cl} \end{cases}\end{cases}$$

On obtient ce sel en traitant le bitartrate par l'acide chlorhydrique. Il constitue des cristaux incolores qui, au contact de l'air, ne tardent pas à jaunir. La solution aqueuse dévie à gauche le plan de la lumière polarisée.

» La quantité de chlore trouvée conduit à la formule précédente. En effet, le dosage de cet élément nous a donné 8,15 de Cl pour 100 et la théorie indique 8,21.

» J'ai obtenu aussi un dérivé benzoïque et un dérivé aldéhydique. Ce dernier se forme lorsqu'on traite une solution aqueuse de bitartrate par l'aldéhyde ordinaire. Il est en lamelles blanches, nacrées, insolubles dans l'eau.

» De l'étude précédente et des dérivés que nous venons de décrire, il ressort nettement la constitution que nous avons assignée au bitartrate de phénylhydrazine. D'autres acides, tel que l'acide citrique, se conduiront probablement de même; c'est ce que nous nous proposons d'étudier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur de combustion des dérivés cyanés.* Note de M. **Guinchant**, présentée par M. Friedel.

« Les nombreux travaux de M. Haller et de ses élèves ont montré qu'en introduisant le radical méthylnitrile ou cyanogène CAz dans un groupe CH^3 ou CH^2 auquel sont déjà liés un ou deux radicaux négatifs oxygénés, on augmente dans des proportions remarquables le caractère acide de la molécule. Tandis que l'éther malonique, par exemple, donne un dérivé sodique instable décomposable par l'eau à la façon des alcoolates, l'éther cyanomalonique se range, par sa chaleur de neutralisation comme par sa conductibilité, à côté des acides minéraux énergiques.

» Le groupement CAz ne semble cependant pas capable, pas plus que les halogènes, d'introduire lui-même dans les molécules organiques le caractère acide. Les nitriles, d'après les recherches de M. Claisen et de M. Henry, se prêtent bien rarement à des synthèses laissant soupçonner l'existence d'un dérivé métallique; on sait au contraire qu'ils se combinent assez facilement aux acides. Le malonitrile lui-même $CAz - CH^2 - CAz$ a une conductibilité sensiblement nulle, et le seul dérivé métallique qu'on en ait obtenu est un précipité formé en présence d'oxyde d'argent ammoniacal, précipité qui n'a pu être rigoureusement analysé.

» M. Nef (¹), généralisant une hypothèse émise par M. Haller (²) au sujet du camphre cyané, admet que l'acidité de ces dérivés cyanés est due à la transformation du groupe $H - \overset{|}{\underset{|}{C}} - CAz$ en $\overset{|}{\underset{|}{C}} = C = AzH$, ce qui en ferait des dérivés imidés. Ces conclusions ont été combattues par M. Brühl : les nitriles, l'éther cyanacétique, le malonitrile, le nitrile campholénique, etc. se rangent en effet dans un même groupe d'après leur pouvoir réfringent (³).

» Il était intéressant de rechercher si l'introduction du groupe CAz correspond à une variation sensible dans la chaleur de formation de ces dérivés lorsqu'ils prennent un caractère nettement acide. J'indiquerai, tout d'abord, quelques nouvelles mesures de chaleur de combustion que j'ai

(¹) Nef, *Liebig's Annalen,* 287, p. 265; 1895.
(²) Haller, *Comptes rendus,* t. CXV, p. 97; 1892.
(³) Brühl, *Zeitschrift für phys. Chem.*, t. XVI, p. 512; 1895.

effectuées pour déterminer l'influence du reste de la molécule sur le groupement HC — CAz.

Corps brûlé.	Formule.	Chaleur de combustion par gramme.	Chaleur de combustion moléc. à volume constant.	Chaleur de combustion moléc. à pression constante.	Chaleur de formation.
Acide cyanacétique.......	$CO^2H.CH^2.CAz$	7,047	299,4	299,0	87,2
Cyanacétamide..........	$COAzH^2.CH^2.CAz$	4,485	376,7	376,4	44,2
Cyanacétophénone.......	$C^6H^5.CO.CH^2.CAz$	7,487	1085,7	1086,1	3,6
Cyanure de benzoyle....	$C^6H^5.CO.CAz$	7,180	940,6	940,7	—14,2

» Je comparerai les composés cyanés aux composés hydrogénés dont ils dérivent par substitution de CAz à H, et je me servirai des chaleurs de combustion de préférence aux chaleurs de formation.

» Les chaleurs de formation sont, en effet, des nombres assez faibles sur lesquels se reportent, en valeur absolue, les erreurs expérimentales commises sur les chaleurs de combustion : 1° du composé ; 2° du carbone ; 3° de l'hydrogène ; la somme de ces erreurs expérimentales peut atteindre et souvent dépasser les chaleurs de formation elles-mêmes. Toute relation entre les chaleurs de combustion se traduit d'ailleurs par une relation correspondante entre les chaleurs de formation.

» Les termes qui doivent servir aux comparaisons se trouvent souvent sous des états physiques différents, et les données thermo-chimiques manquent pour rapporter les chaleurs de combustion au même état ; mais on peut y suppléer en appliquant, pour la fusion, la loi de Raoult-Van't Hoff $\frac{0,02\,T^2}{LM} = 0,60$, d'où $LM = \frac{T^2}{30}$, et, pour la volatilisation, la loi de Trouton, $LM = 21\,T$, vérifiée récemment par M. Linebarger ([1]) et par M. Louguinine ([2]). Ces lois fournissent, dans tous les cas, la chaleur latente moléculaire avec une approximation bien supérieure à celle que l'on peut atteindre dans la mesure des chaleurs de combustion.

» Enfin, je n'inscrirai dans le Tableau suivant que les premiers termes des séries homologues, car la même différence se retrouve sensiblement pour les homologues supérieurs, la chaleur de combustion croissant dans chaque série de la même quantité $= 156^{Cal}$ pour chaque CH^2 — ... conformément à la loi de M. Berthelot.

([1]) LINEBARGER, *Amer. Journ. of Science*, p. 380 ; 1895.

([2]) LOUGUININE, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 556 ; 1895.

	Chaleur de combustion [1] sous l'état ordinaire.	calculée pour l'état.			Différences.
Cyanure de méthyle....	291,65	vap. 299,0	Méthane..............	213,5	85,5
Malonitrile..............	395,1	vap. 408,5	»	»	97,5 × 2
Cyanure de propyle......	446,7	vap. 454,4	Éthane..............	372,3	82,1
Succinonitrile...........	545,0	»	Cyanure de propyle.....	446,7	98,3
Benzonitrile.............	865,9	»	Benzine liq............	776,0	89,9
Cyanure de benzyle.......	1023,8	»	Toluène liq............	933,8	90,0
Toluène *o*.-cyané.........	1030,7	»	»	»	96,9
Nitrile diglycolamique....	590,8	liq. 593,0	Diméthylamine liq......	426,0	84,0 × 2
Nitrile triglycolamique....	846,2	liq. 851,3	Triméthylamine.........	587,8	87,8 × 3
Camphre cyané.........	1496,3	»	Camphre..............	1414,3	82,0

» Les comparaisons suivantes résultent de mes propres mesures :

Cyanacétate de méthyle...	471,9	»	Acétate de méthyle.....	390,0?	82,0
Cyanacétate d'éthyle......	629,7	»	Acétate d'éthyle.........	537,0	92,7
Acétylcyanacétate de méth.	685,3	liq. 688,6	Acétylacétate de méthyle.	594,3	94,6
Acétylcyanacétate d'éthyle.	837,0	liq. 837,9	Acétylacétate d'éthyle....	753,6	86,3
Acide cyanacétique.......	299,0	»	Acide acétique solide....	207,8	91,2
Cyanacétamide..........	376,4	»	Acétamide.............	288,1	88,3
Cyanacétophénone........	1086,1	»	Acétophénone...........	988,5	97,6
Cyanure de benzoyle......	940,7	liq. 943,8	Aldéhyde benzoïque.....	841,7	102,1

» En ne tenant pas compte de ce dernier nombre qui représente une substitution d'un autre ordre, on trouve pour moyenne des différences 89,9, soit en nombre rond 90. Les oscillations autour de cette moyenne atteignent 8^{Cal}, nombre supérieur aux erreurs expérimentales pour un même observateur, mais de l'ordre des écarts entre les chaleurs de combustion d'un même corps, données par différents expérimentateurs. On peut donc conclure des comparaisons précédentes que la substitution de CAz à H, dans un groupe CH^3 ou CH^2 lié à d'autres radicaux carbonés, augmente la chaleur de combustion d'environ 90^{Cal}, ou diminue la chaleur de formation d'environ 30^{Cal}. Il est d'ailleurs impossible de saisir aucune relation entre l'acidité du dérivé cyané et les écarts que l'on observe.

» Ce dernier fait semble difficilement s'accorder avec l'hypothèse d'une tautomérie dans les dérivés acides, mais ne permettrait cependant de l'infirmer que si l'on connaissait, comme termes de comparaison, les chaleurs de combustion de quelques composés imidés [2]. »

---

[1] Les nombres cités sont ceux qu'ont obtenus les derniers expérimentateurs : M. Berthelot et ses élèves.

[2] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Haller, à l'Institut chimique de Nancy.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la distillation des premiers acides de la série grasse.* Note de M. E. Sorel, présentée par M. Duclaux.

« J'ai été amené à appliquer, aux mélanges d'eau avec les quatre premiers acides de la série grasse, la méthode de distillation par fractions successives à l'abri du rayonnement que j'ai décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 693, à propos de la distillation de mélanges d'eau et d'alcool éthylique pur.

» J'ai opéré, cette fois, dans un ballon en verre à col recourbé, plongé dans une double enceinte. Le col du ballon, recourbé à angle aigu, traversait un couvercle en cuivre garni de toile d'amiante, de sorte que tout retour de produits condensés vers la panse du ballon fût impossible.

» L'enceinte extérieure, portée par une couronne de becs de gaz à une température supérieure à celle qui correspond à l'ébullition du liquide étudié, échauffait peu à peu l'enceinte intérieure où était le ballon contenant 550^{cc} du liquide à étudier, et, quand un thermomètre, placé au voisinage immédiat du col et de la panse du ballon, accusait une température au moins égale à celle de l'ébullition, on allumait sous le ballon un brûleur Bunsen et l'on menait lentement la distillation.

» Le liquide condensé était recueilli par fraction de 50^{cc}; on connaissait donc la composition du liquide du ballon au moment où l'on avait recueilli chaque fraction. On mettait de côté les premiers 50^{cc}, qui pouvaient avoir distillé en partie en dessous de la température normale d'ébullition, et l'on ne considérait que les produits distillés provenant des 500^{cc} restants.

» De la courbe d'appauvrissement ou d'enrichissement du liquide restant dans la cornue, on déduit aisément la composition des vapeurs à chaque instant, comme je l'ai montré (*loc. cit.*).

» Je suis arrivé ainsi aux résultats suivants, qui s'écartent sensiblement de ceux qui sont publiés :

Teneur du liquide en acide pour 100 du volume total.	Teneur correspondante du liquide distillé.			
	Acide formique.	Acide acétique.	Acide propionique.	Acide butyrique.
1	0,7	0,75	1,3	1,5
2	1,4	1,5	2,6	3,0
3	2,0	2,3	3,9	4,8
5	3,8	4,8	6,4	8,5
10	5,0	7,7	12,0	13,6
15	7,5	11,5	16,2	16,5
17,2	»	»	»	17,2
18,4	»	»	18,4	»

Teneur du liquide en acide pour 100 du volume total.	Teneur correspondante du liquide distillé.			
	Acide formique.	Acide acétique.	Acide propionique.	Acide butyrique.
20	10,5	15,3	19,6	17,9
25	14,9	18,7	20,8	18,5
30	17,3	22,1	24,0	18,5
35	21,0	25,6	»	18,6
40	25,0	29,3	»	18,9
45	29,7	33,4	»	19,8
50	35,1	37,6	»	21,0
55	40,8	42,0	»	22,3
60	46,7	46,8	»	23,6
65	53,4	52,3	»	»
70	60,4	57,8	»	»

» Ainsi, pour les mélanges pauvres, il y a d'autant plus d'acide entraîné par un poids déterminé d'eau que l'acide considéré a un poids moléculaire plus grand; puis, le contraire vient se présenter quand la concentration augmente, et d'autant plus rapidement que le poids moléculaire est plus grand.

» Les acides propionique et butyrique présentent, grâce à cette interversion, le phénomène, signalé déjà pour nombre de liquides, que, à une certaine concentration, le mélange distille sous la pression ordinaire, sans altération, comme un véritable hydrate.

» L'acide butyrique mélangé d'eau présente en outre un cas très intéressant. En effet, entre 24 et 34 pour 100, il distille, sous la pression normale, en donnant un produit indépendant de la composition du liquide générateur. Il forme donc alors un intermédiaire entre les liquides entièrement solubles l'un dans l'autre et les liquides partiellement ou absolument insolubles l'un dans l'autre.

» On peut se rendre plus nettement compte de l'allure du phénomène de la distillation en comparant la quantité absolue d'acide recueillie dans le premier dixième distillé à la quantité existant dans le volume générateur. Ce rapport est donné dans le Tableau suivant :

	Titre en acide dans le liquide employé.									
	0,5.	1.	3.	5.	10.	15.	17,2.	18,4.	20.	30.
Acide formique	»	4,8	4,9	5,0	5,0	»	»	»	5,3	5,7
» acétique	7,2	7,2	7,2	7,2	7,4	»	»	»	7,8	7,4
» propionique	12,8	13,4	13,2	12,9	12,0	10,8	»	10,0	9,6	»
» butyrique	18,0	18,2	17,1	16,2	13,6	10,9	10,0	»	9,0	6,4

» Si donc nous pouvons admettre avec une exactitude suffisante que le liquide distillé a une richesse proportionnelle au liquide employé, quand il s'agit des deux premiers de la série jusqu'à la teneur de 10 pour 100, nous n'avons plus le droit de l'admettre pour les deux termes suivants, grâce à l'existence d'un maximum, à partir duquel le rapport décroît très rapidement. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les zéolithes et la substitution de diverses substances à l'eau qu'elles contiennent.* Note de M. **Georges Friedel**, présentée par M. C. Friedel.

« Des essais de synthèse de silicates par transformation métamorphique de la muscovite sous l'action de solutions alcalines m'ont conduit accidentellement à la découverte d'un silicoaluminate alcalin hydraté, inconnu jusqu'ici dans la nature [1]. Sa composition est exprimée par la formule

$$15SiO^2, 8Al^2O^3, 6Na^2O + 6H^2O.$$

» Le rapport de l'oxygène des bases à celui de la silice, abstraction faite de l'eau, est égal à l'unité. C'est, à ce point de vue, un silicate péridotique. Or la forme cristalline, orthorhombique, est aussi celle d'un péridot, tant par les angles des faces que par les mâcles qui sont celles de la monticellite, et même par la position relative des trois indices principaux. L'eau paraît s'ajouter à une molécule de silicate péridotique sans modifier la forme du réseau déterminé par celle-ci.

» Or, la calcination des cristaux au rouge vif, tout en éliminant l'eau, ne modifie en rien l'état cristallin et la forme orthorhombique de la substance. Il se produit une contraction considérable, atteignant 8,2 pour 100 du volume primitif, et la biréfringence est modifiée sans que l'ordre de grandeur relative des indices principaux soit changé. Il est manifeste que l'eau, bien qu'étant en proportion parfaitement déterminée dans le minéral, ne joue qu'un rôle tout à fait secondaire dans sa constitution. Elle peut être éliminée sans que l'état cristallin et la forme générale du réseau subissent aucune perturbation.

» J'ai été amené ainsi à rechercher des cas analogues parmi les silicates naturels, dont la constitution chimique est encore complètement inconnue

---

(1) *Bull. Soc. Min.*, t. XIX, n° 1, p. 5.

aujourd'hui et pouvait être éclairée, au moins sur certains points particuliers, par l'étude du rôle de l'eau dans ces composés ([1]).

» Parmi les zéolithes, l'*analcime* est tout à fait comparable au minéral ci-dessus. Sauf la substitution du sodium au potassium, elle a la composition de l'amphigène additionnée de 2 molécules d'eau : elle a de plus même forme extérieure cubique et même mode de groupement pseudosymétrique par trois éléments quadratiques croisés à angles droits. J'ai constaté à ce sujet, contrairement à ce qui avait été annoncé par M. Klein, que l'action prolongée de l'eau sous pression à chaud ne modifie pas la biréfringence du minéral naturel, laquelle est bien due à la forme réellement quadratique de la substance.

» Or, la calcination, en éliminant l'eau de l'analcime, ne détruit pas l'état cristallin et le groupement quadratique pseudocubique; la biréfringence augmente et le réseau se contracte. Il y a identité parfaite avec le minéral artificiel décrit précédemment. L'eau y joue un rôle de même nature. Les essais suivants donnent une première idée de ce rôle, bien différent de celui de l'eau de cristallisation des sels.

» L'*analcime,* chauffée à une température déterminée supérieure à 100°, perd de son poids une proportion déterminée, qui est d'autant plus grande et reste constante au bout d'un temps d'autant moins long que la température est plus élevée. Il se produit cependant de légères variations, en plus ou en moins, lorsque la température est maintenue longtemps constante, variations attribuées aux changements survenus dans l'état hygrométrique de l'air et qui mettent en évidence l'existence d'un véritable état d'équilibre entre la tension de décomposition du minéral et la tension de la vapeur d'eau dans l'air. Si l'on abaisse la température, le minéral reprend de l'eau et revient au poids qu'il avait atteint à cette même température pendant le chauffage. Cependant, cette absorption d'eau ne se produit qu'au-dessus d'une centaine de degrés. A froid, le minéral déshydraté ne reprend pas l'eau perdue, ainsi qu'on le sait depuis longtemps. Chauffé vers 100°, il reprend du poids et revient lentement à son état primitif. L'eau ne peut être reprise qu'à partir de la température où elle commence à être perdue. Au-dessous de 100°, le minéral est réfractaire aux échanges. Au-dessus, la décomposition se fait à l'air libre comme une dissociation en vase clos, ce qui montre que la tension de décomposition est de l'ordre de la tension de l'eau dans l'air et, de plus, que cette tension dimi-

---

([1]) Les détails numériques relatifs à ces essais ont été publiés au *Bull. Soc. Min.*, t. XIX, n° 3.

nue à mesure que la proportion d'eau restant dans le minéral diminue; cette diminution compensant l'accroissement dû à l'élévation de la température et rendant possible l'équilibre.

» Enfin la proportion d'eau perdue à chaque température dépend de la grosseur des fragments. La tension dépend donc de l'étendue de la surface en contact avec l'air extérieur, pour un poids donné.

» Dans les autres zéolithes, l'élimination de l'eau ne détruit pas non plus le réseau cristallin. La plupart, calcinées sans précaution, se fissurent, blanchissent et tombent en menus fragments. Mais on constate aisément sous le microscope que la biréfringence persiste, généralement même très augmentée.

» La fissuration est due simplement aux grandes variations de volume que produisent le départ et la rentrée de l'eau. Si l'on chauffe très lentement, les cristaux restent entiers, non fissurés, transparents, leurs propriétés optiques variant d'une manière continue pendant le départ de l'eau. La plupart reprennent leur eau à froid dans l'air humide, en revenant exactement à leur état primitif; le fait était connu. Mais si, après déshydratation du minéral, on le met en contact avec quelques gouttes d'eau, il la reprend avec une énergie surprenante. La *chabasie*, l'*harmotome*, ainsi traitées, éclatent vivement, projettent des fragments dans tous les sens et *s'échauffent* fortement. En même temps, comme on le verra, elles dégagent de l'*air* en abondance. Cette combinaison si vive est singulière, étant donné le rôle tout à fait nul de l'eau des zéolithes dans la molécule chimique qui détermine la forme du réseau. Les faits suivants montrent que la combinaison est très éloignée de celles que l'on est convenu d'appeler *chimiques* dans le sens ordinaire du mot, l'eau des zéolithes pouvant être remplacée par n'importe quelle autre substance gazeuse ou liquide, de nature chimique quelconque et même, en employant des artifices convenables, par des substances solides, telles que la silice.

» La *chabasie*, l'*harmotome*, la *heulandite*, l'*analcime*, après déshydratation, absorbent abondamment le gaz ammoniac. Les deux premières, notamment, le condensent avec une grande énergie, en décrépitant comme elles le font au contact de l'eau et s'échauffant fortement. La chabasie en absorbe facilement jusqu'à 11,8 pour 100 en poids, ou 325 fois son volume. La proportion d'ammoniaque absorbée paraît proportionnelle à la quantité d'eau préalablement éliminée et indépendante de la nature de la zéolithe : 4 molécules d'eau sont remplacées à peu près exactement par 3 molécules d'ammoniaque. Dans une atmosphère sèche et sur l'acide sulfurique, les zéolithes ainsi saturées d'ammoniaque perdent ce gaz lentement; elles le

dégagent beaucoup plus vite à l'air humide, l'eau pénétrant dans le minéral, expulsant l'ammoniaque, et le poids augmentant à mesure que ce gaz se dégage.

» Pour l'analcime, l'absorption est plus lente et ne se fait pas à froid, mais seulement vers 100°. De même, l'ammoniaque absorbée ne se dégage pas à froid. L'ammoniaque se comporte encore vis-à-vis de ce minéral exactement comme l'eau.

» Dans une deuxième Note, nous montrerons que les zéolithes déshydratées sont capables d'absorber beaucoup d'autres gaz, vapeurs ou liquides. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la détermination, par une méthode photométrique nouvelle, des lois de la sensibilité lumineuse aux noirs et aux gris.* Note de M. **Charles Henry.**

« On s'est occupé jusqu'ici de la sensibilité lumineuse dans le cas de la vision d'un objet lumineux sur fond noir ; on a négligé de rechercher les lois de la sensibilité aux noirs et aux gris, lois cependant très utiles à connaître.

» Le premier problème qui se pose est la nature de la relation qui relie aux numéros d'ordre des teintes les quantités de lumière émises par les différentes teintes d'un lavis exécuté empiriquement, de manière à offrir à l'œil l'aspect d'un dégradé parfait.

» Pour connaître ces quantités de lumière, je juxtapose aux teintes sur le fond blanc du lavis des nombres variables de rectangles superposés de gélatine grise, dont j'ai déterminé au préalable le pouvoir absorbant α avec mon photomètre. Je déplace les feuillets de gélatine jusqu'à ce que les teintes du lavis et ces feuillets soient identiques : si n est le nombre des feuillets, la proportion de lumière transmise à l'œil, après réflexion sur le fond blanc du papier, est α^{2n}. J'obtiens ainsi facilement, avec les yeux entraînés aux études photométriques, un certain nombre de points concordants de la courbe des numéros d'ordre de sensations en fonction des intensités de lumière émise. L'équation de cette courbe n'est ni la relation logarithmique, ni la relation de la racine carrée de l'excitation qu'on a vérifiée, dans des limites très étroites d'ailleurs, d'intensités, pour les numéros d'ordre de la sensation lumineuse; cette équation est

$$S = K(1 - e^{-\lambda i^m}), \tag{1}$$

dans laquelle S représente le numéro d'ordre de la sensation ; i l'intensité de lumière émise ; $K = 32,4$; $e = 2,71828$, la base des logarithmes népériens ; $\lambda = 0,009355$;

$m = 1,2$; ces deux paramètres ayant été calculés avec $\begin{pmatrix} S_1 = 8,125 \\ i_1 = 18 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} S_2 = 26,2 \\ i_2 = 80 \end{pmatrix}$. Si l'on cherche à retrouver, par la formule (1), une valeur de S suffisamment éloignée des deux précédentes, soit par exemple $S_3 = 18$ pour $i_3 = 42$, on trouve, au lieu de 18, la valeur remarquablement concordante $S_3 = 18,17$.

» Pour pouvoir évaluer, en vue de l'étude des variations de la sensibilité aux noirs et aux gris, les plus petites différences perceptibles des teintes claires avec le blanc, on ne peut songer à réaliser une gamme suffisamment riche de teintes très claires et encore moins prétendre déterminer un peu rigoureusement, par une méthode directe quelconque, les quantités de lumière émises par ces teintes; il fallait trouver un artifice.

» Je fixe mon lavis sur un grand carton de bristol blanc et je déplace, sur le lavis, un écran blanc percé d'une fenêtre qui découvre une seule teinte. J'obtiens facilement une tache grise, aussi claire que je le veux, sur fond blanc en appliquant sur l'œil des lentilles convergentes de nombre variable suivant la teinte considérée et l'éclairage du fond. Il s'agit de calculer la valeur de ce minimum perceptible de teinte μ en fonction de l'éclairement Q, de la teinte observée q et du pouvoir réfringent $\frac{1}{f}$ de la somme de lentilles ajoutées à l'œil pour produire μ.

» Soient : S une surface grise de clarté q, que je supposerai circulaire, envoyant, sur une portion de la rétine de surface σ, une quantité de lumière q_1; p la distance de l'objet à l'œil; p' la distance de l'image à la lentille; ϖ la distance de cette image à la rétine; on a, pour la quantité de lumière envoyée sur une petite portion extérieure σ_0, très rapprochée de l'axe, de la lentille par un élément de surface de l'objet ds, $\frac{q\,dS}{p^2}\sigma_0$; mais, comme les surfaces σ, σ_0 sont très rapprochées de l'axe, les génératrices des cônes semblables, dont elles sont les bases, les sommets étant dans le plan de l'image, sont respectivement identifiables avec ϖ et p'; on peut donc écrire $\frac{\sigma_0}{\sigma} = \frac{p'^2}{\varpi^2}$; d'où

$$(2) \qquad q_1 = \int q \frac{dS}{p^2} \sigma \frac{p'^2}{\varpi^2} = q\sigma \frac{p'^2 S}{p^2 \varpi^2}.$$

» Mais du fond blanc, sur lequel est placé l'objet, la portion centrale de la rétine reçoit une certaine quantité de lumière Q_2 qui se mélange avec q_1; on a donc, au centre, $q_1 + Q_2$; à la périphérie, la rétine reçoit de la lumière blanche envoyée uniquement par le fond blanc; dans quelle proportion? Si nous substituions au gris un objet blanc de clarté propre Q, nous aurions, pour la quantité de lumière Q_1 reçue au centre de la rétine du fait de ce disque blanc :

$$(3) \qquad Q_1 = Q\sigma \frac{p'^2 S}{p^2 \varpi^2}.$$

» Comme le fond envoie toujours la même quantité Q_2, l'élément central reçoit donc $Q_1 + Q_2$; mais, dans le cas de l'objet blanc, l'éclairement de la rétine est uniforme; $Q_1 + Q_2$ représente donc aussi la quantité de lumière reçue par la périphérie;

substituons de nouveau le disque gris au disque blanc, rien ne sera changé pour la périphérie; $Q_1 + Q_2$ représentera toujours l'éclairement de cette portion et cette somme est supérieure à $q_1 + Q_2$ précisément de la valeur de la plus petite différence perceptible μ; d'où

$$\mu = Q_1 - q_1,$$

ou en remplaçant Q_1 et q_1 par leurs valeurs tirées de (3) et (2)

$$\mu = \frac{(Q - q)p'^2 S\sigma}{\varpi^2 p^2}.$$

» Si l'on pose $\varpi = D - p'$, D étant la longueur de l'œil, 20^{mm}, et $\frac{p}{p'} = \frac{p - f}{f}$, il vient, en observant que f est toujours négligeable devant p,

$$(4) \qquad \frac{\mu}{S\sigma} = \frac{(Q - q)}{\left(\frac{D - f}{f}\right)^2 p^2}.$$

» Comme ce sont les variations relatives de μ qui sont intéressantes, on peut négliger de chercher à calculer le facteur constant $S\sigma$, assez difficile à mesurer.

» Si une source d'intensité lumineuse I_x, placée à une distance p', produit avec une même teinte q le même minimum perceptible de teinte μ qu'une source d'intensité connue I, placée à la distance p, il résulte de cette formule que l'éclairement Q est le même dans les deux cas; on peut donc poser $I_x = \frac{Ip'^2}{p^2}$. J'ai retrouvé ainsi, à $\frac{1}{10}$ de bougie près, des intensités mesurées par les méthodes les plus précises de la photométrie. La nouvelle méthode étant extrêmement rapide, j'ai fait disposer par M. Ph. Pellin, en vue de son application, une boîte appropriée de lentilles convergentes.

» I. En faisant varier l'éclairement Q dans le rapport de 1 à 1568, j'ai trouvé que *le minimum perceptible de teinte varie proportionnellement à l'éclairage*.

» II. En cherchant comment cette plus petite différence perceptible μ varie, avec la teinte q à laquelle l'œil est préalablement adapté, pour un même éclairement, j'ai trouvé que les observations sont très bien représentées par l'équation $\mu = \mu_0 - aq^m$, μ_0 étant le minimum perceptible dans le cas où l'œil s'est adapté préalablement au noir; donc *le minimum perceptible de teinte diminue quand l'œil s'est adapté préalablement aux teintes claires*. C'est le contraire de ce qui se passe dans le cas d'un objet lumineux sur fond noir.

» III. Cette *plus petite différence perceptible diminue également, mais très peu et dans des limites très étroites du temps* (1 à 10') *proportionnellement au*

séjour préalable de l'œil dans l'obscurité; dans le cas d'un objet lumineux sur fond noir, la loi est différente.

» En somme, pratiquement, pour percevoir le mieux les détails les plus délicats, il faut observer à un éclairage moyen et adapter préalablement son œil à des teintes claires ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mesure des odeurs de l'air.* Note de MM. **Auguste Gérardin** et **Maurice Nicloux** ([2]), présentée par M. Armand Gautier.

« Les odeurs de l'air sont une cause d'incommodité dans les grandes agglomérations, et la difficulté de leur dosage empêche de les combattre avec succès.

» L'un de nous a fait connaître l'année dernière une méthode de dosage des odeurs par la pesée (Académie des Sciences, Prix des Arts insalubres, 1895). Nous en présentons une seconde basée sur les variations de *volume*. Celle-ci permet d'opérer sur 30^{cc} ou 40^{cc} d'air, au lieu de 8^{lit} à 10^{lit} que la première exigeait.

» L'appareil employé est le grisoumètre de Gréhant-Coquillon.

» On introduit l'air dans une ampoule munie d'une hélice de platine qui devient incandescente à chaque passage d'un courant de 18 à 20 volts. Ces incandescences successives dont le nombre varie, suivant les cas, de 400 au minimum à 2000 au maximum, brûlent la vapeur organique, et la réduction de volume qui résulte de cette combustion se lit sur un tube divisé, en ayant le soin de maintenir constantes les conditions de température et de pression.

» On remarquera que, toutes choses restant égales, lorsqu'une vapeur organique brûle dans l'oxygène ou dans l'air en excès, la réduction de volume observée dans le grisoumètre est à peu près proportionnelle à la quantité de vapeur organique primitive. La mesure de la réduction de volume permet donc d'apprécier cette quantité.

» En nous servant de cette méthode, nous avons observé que les diverses vapeurs organiques ne mettent pas le même temps à saturer le même volume d'air à la même température. Après quinze minutes, l'alcool amylique donne une réduction constante égale à $2^{div},6$. Il faut vingt minutes pour que le pétrole du commerce donne la réduction constante de

---

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

([2]) Travail du laboratoire de Physiologie générale, Muséum d'Histoire naturelle.

$6^{div},4$. La benzine met trente minutes et le camphre une heure, pour que leurs réductions respectives se fixent à $19^{div},0$ pour la première et à $3^{div},5$ pour le second.

» Les odeurs de l'air étant dues, en majeure partie, à des vapeurs organiques, nous sommes en droit d'espérer que cette méthode permettra de déceler leur présence, et même d'en apprécier les variations. En effet, nous avons constaté que l'air du laboratoire (quai Saint-Bernard) donne toujours une réduction égale à $0^{div},3$. Dans la cour, près de la ménagerie des Fauves, la réduction est $0^{div},4$. Dans la ménagerie des Fauves, même avec une ventilation énergique, la réduction est $0^{div},5$. Elle s'élève à $0^{div},7$ quand on fait passer l'air du laboratoire sur des jacinthes, des violettes ou des giroflées, etc.

» En résumé, nous avons une méthode et un instrument qui nous permettent de reconnaître rapidement et rigoureusement les variations des odeurs de l'air, et nous nous décidons à les faire connaître, en prévision des faits qui se renouvellent chaque été. »

ZOOLOGIE. — *Recherches statistiques sur l'Huître cultivée des côtes de France.* Note de M. **Georges Roché.**

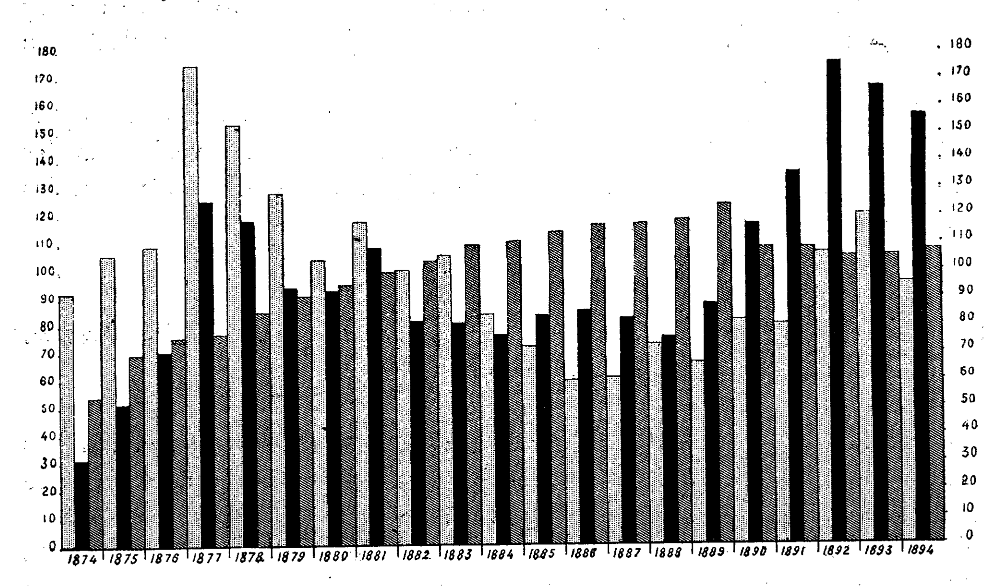
« Depuis l'époque où Coste faisait tous ses efforts pour créer sur nos côtes une industrie ostréicole, celle-ci dut traverser une longue période de tâtonnements et d'épreuves avant de posséder la technique précise dont elle est pourvue aujourd'hui. Annuellement, elle produit maintenant plus d'un milliard de mollusques et fournit, à la population maritime, un revenu brut de près de 17 500 000^{fr}.

» Ayant à ma disposition tous les renseignements recueillis sur l'Ostréiculture française, depuis son origine, par les commissaires de l'inscription maritime et les inspecteurs des pêches, il m'a paru intéressant d'étudier l'histoire économique de l'Huître cultivée sur nos côtes. Cette étude nous permet, d'ailleurs, de nous rendre compte des causes de la crise de *mévente* dont souffre l'industrie ostréicole, sur un certain nombre de points du littoral.

» Ces recherches démontrent, en somme, que cette crise provient, non pas tant, comme cela a été dit, de la multiplicité des concessions accordées par l'État, sur le domaine public maritime, pour la culture de l'Huître, que de la tendance des parqueurs à faire produire à leurs concessions des quan-

tités de mollusques disproportionnées avec les débouchés actuels de leur industrie.

» Pour faciliter la compréhension de ce Travail, j'ai tracé le graphique suivant dans lequel : 1° les rectangles striés représentent les rapports des surfaces cultivées pendant chacune des années comprises entre 1874 et 1894, à la surface moyenne de culture de ces vingt et une années, prise comme unité; 2° les rectangles noirs représentent les rapports des nombres de mollusques produits à l'hectare, pendant chaque année de la même période, à la production moyenne annuelle à l'hectare, prise comme unité; 3° les rectangles pointillés représentent les rapports des valeurs de ces mollusques à la valeur moyenne annuelle, prise comme unité (1).



» En examinant ce graphique, nous voyons que, jusqu'en 1889, la surface occupée par l'Ostréiculture a augmenté progressivement et que, depuis cette époque, elle est en voie de diminution. Il est à noter, et c'est sur ce point que je veux insister, que, en dépit de cette diminution, le nombre des mollusques a crû, sans que la valeur des rendements ait crû proportionnellement.

» Si nous comparons, en effet, les résultats auxquels sont arrivés les

(1) Bien que des renseignements statistiques aient été recueillis par l'Administration depuis 1870, je ne veux pas tenir compte des chiffres qu'ils donnent durant les cinq premières années, craignant que, dans cette période d'organisation de la statistique, ses données ne fussent sujettes à discussion.

parqueurs en 1894 à ceux de la meilleure année antérieure au point de vue de la production, c'est-à-dire 1877, nous constatons que l'on cultive, par hectare, maintenant, 32 pour 100 plus d'Huîtres, tout en recueillant 89 pour 100 moins d'argent. Il est utile d'ajouter toutefois que les résultats pécuniaires de l'Ostréiculture, en 1877-1878, furent exceptionnels. A cette époque, en effet, les Huîtres étaient non seulement recherchées pour la consommation, mais encore étaient achetées par les nouveaux parqueurs pour la mise en exploitation de leurs concessions.

» La valeur des rendements de 1882 étant égale à la moyenne de ceux de la période 1874-1894, nous voyons, en les comparant à ceux de 1894, que nous produisons aujourd'hui, par hectare, 75 pour 100 plus de mollusques et recueillons 4,5 pour 100 moins de gain.

» Enfin, si nous comparons les résultats de 1894 à ceux de l'année antérieure la plus mauvaise au point de vue des rendements, c'est-à-dire 1886, nous voyons que nous produisons aujourd'hui, par hectare, 72 pour 100 plus de mollusques, tout en ne recueillant que 35 pour 100 plus d'argent.

» Le coût de la main-d'œuvre, la mortalité et beaucoup d'autres causes de pertes sont, à l'heure actuelle, plus considérables qu'autrefois, en raison de la grande quantité d'Huîtres cultivées par hectare; la situation présente paraît donc à peine plus avantageuse que celle de la plus mauvaise année de production et nettement moins avantageuse que celle d'une année moyenne, quant aux rendements, du moins si l'on ne considère que les bénéfices laissés par l'Ostréiculture aux ostréiculteurs.

» Ceux-ci, comme le démontre l'examen du diagramme, recueillant une rémunération toujours décroissante de leurs travaux, veulent produire tous les ans plus de mollusques, espérant récupérer par leur quantité ce que leur faible valeur leur fait perdre sur les gains des années passées, et bien que la trop grande fabrication à l'hectare ait l'inconvénient de fournir des produits de moins belle qualité. Ceci ne s'applique, du reste, qu'aux centres de demi-élevage.

» Étant donné le prix très bas auquel, dans les centres de production, est livrée l'Huître cultivée, nous pensons qu'elle cessera bientôt d'être considérée comme un produit alimentaire de luxe et qu'elle pénétrera jusque dans les bourgades de notre pays, ainsi que le font beaucoup d'autres ressources tirées de la mer. C'est dans l'élargissement des débouchés et non, comme cela est préconisé par certains parqueurs, dans la restriction de la production qu'il faut chercher la solution de la crise ostréicole. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gypses métamorphiques de l'Algérie.* Note de M. L. **Gentil**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'Algérie offre, indépendamment de quelques gypses nettement sédimentaires, d'âge tertiaire, de très nombreux gisements de ce minéral, sur l'origine métamorphique desquels il est nécessaire d'insister.

» L'ingénieur Ville, le premier ([1]), a considéré les gypses qui nous occupent comme le produit de la sulfatisation de calcaires; il a signalé, en outre, leur intime liaison avec des roches éruptives.

» Récemment, MM. Curie et Flamand ([2]) ont émis les mêmes idées et ils ont rattaché aux *ophites* les roches associées. Ces savants ont, de plus, signalé l'accompagnement d'anhydrite, de marnes bariolées, de cargneules, de quartz bipyramidés, ce qui a pu laisser croire à une analogie complète avec certains gisements des Pyrénées considérés comme triasiques.

» Enfin, dans un Mémoire plus récent, M. Ph. Thomas ([3]) décrit des gisements analogues dans le sud de la Tunisie et conclut à l'origine épigénique de ces gypses.

» J'ai été conduit à examiner quelques-uns de ces gîtes minéraux, en Algérie, à la suite de l'étude de la plâtrière de Rachgoun, située dans la basse vallée de la Tafna (Oran).

» Ce dernier gîte est des plus instructifs. Il semble résumer, tant au point de vue minéralogique qu'au point de vue des conditions de gisement, l'ensemble des observations que j'ai recueillies, dans la suite, en d'autres points du Tell algérien. J'ai, en effet, visité quelques autres gîtes dans les provinces d'Alger et d'Oran et partout les faits observés s'accordent à démontrer l'origine métamorphique de ces gypses et leur intime liaison avec les roches vertes, ophitiques, qui leur sont associées.

» Deux sortes de preuves militent en faveur de cette interprétation, les unes géologiques, les autres minéralogiques.

» I. *a.* Les gisements de ces gypses ont une allure nettement filonienne, complètement distincte de celle des gypses sédimentaires. Par la diversité des étages géologiques en contact (parfois d'un seul et même filon), ils ne

---

([1]) *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger.* Paris, Impr. Impér., 1857.

([2]) *Étude succincte des roches éruptives de l'Algérie.* Alger, 1889.

([3]) *Recherches sur quelques roches ophitiques du sud de la Tunisie* (*Bull. Soc. Géol. de France,* 1891).

peuvent être considérés comme des amas lenticulaires interstratifiés; il est encore plus difficile d'admettre que l'on ait affaire, dans chaque cas, à un pointement d'un terrain gypseux recouvert par les sédiments contigus : ils constituent de véritables filons ou de véritables dykes. La plâtrière de Rachgoun permet d'observer nettement la disposition du gypse par rapport au terrain *encaissant*. On peut voir, en effet, dans la tranchée de la route de Tlemcen, des apophyses de la masse gypseuse, sous forme de filons très nets, dans un petit affleurement d'argiles schisteuses que je rapporte à l'Éocène ligurien.

» *b*. Ces gypses ne sont jamais homogènes. Ils renferment toujours, indépendamment des roches éruptives qui leur sont associées, des blocs sédimentaires très variés empâtés dans leur masse. Ces blocs ne sont jamais roulés; seuls, les cailloux calcaires sont plus ou moins émoussés par suite d'une *action corrosive* et non d'une action mécanique.

» *c*. La meilleure preuve géologique de l'origine épigénique de ces gypses est leur relation constante avec des roches éruptives. Cette relation est indiscutable. Non seulement j'ai constaté la présence de roches vertes dans des gîtes très importants considérés jusqu'ici comme en étant dépourvus, mais de plus, et c'est là à mes yeux un argument décisif, j'ai observé des filons ophitiques dépourvus de gypses et constaté avec netteté que dans chacun de ces cas l'*ophite n'a pas traversé de sédiments calcaires*.

» J'ai été frappé de ce fait dans la vallée inférieure de la Tafna et les environs de Beni-Saf. Le terrain le plus ancien que l'on observe dans cette région consiste en un système de schistes et de quartzites sans fossiles, sur l'âge desquels on n'est pas encore fixé. Il est, toutefois, difficile d'admettre l'existence de calcaires sous-jacents; par contre, ce terrain est recouvert par des calcaires liasiques. Quelques filons ophitiques étaient connus dans cette région; j'en ai découvert plusieurs autres. Parmi tous ces gisements, plusieurs sont inclus dans les schistes anciens et, dans ce cas, la roche éruptive se montre dépourvue de l'association habituelle des gypses. Bien mieux, de deux filons du Djebel Skouna, distants de trois kilomètres seulement, le plus oriental (Oued Saf-Saf) se montre dans les schistes; l'autre (Sidi-Messaoud) a traversé à la fois les schistes et le calcaire liasique : celui-ci se montre accompagné de gypse, celui-là en est dépourvu.

» J'ai constaté le même phénomène dans la région littorale des Traras, à l'ouest et, dans l'est, je puis faire la même remarque pour les filons des Bains de la Reine enclavés dans les schistes d'Oran.

» II. Les documents minéralogiques sont de deux ordres :

» *a*. Des minéraux, dont la présence ne peut être expliquée que par

une action métamorphique, se rencontrent dans ces gypses. Le *quartz bipyramidé* est parmi eux le plus fréquent. La *tourmaline* n'est pas rare dans certains gîtes, comme ceux des environs de Rovigo (Alger); la *leuchtenbergite,* l'*albite,* la *pyrite,* la *dolomie* et le *dipyre* se montrent également dans presque tous les gisements. Ces minéraux de métamorphisme se montrent soit dans le gypse (Rovigo), soit dans les blocs calcaires empâtés dans sa masse (Rovigo, Aïn-Nouïssy, Tafna, etc.); ils montrent l'analogie frappante de ces phénomènes de contact avec ceux étudiés par M. Lacroix dans quelques gisements ophitiques des Pyrénées (¹).

» *b.* J'ai essayé de trouver la preuve directe de la sulfatisation de calcaire. J'ai recueilli, à cet effet, des cailloux de cette roche empâtés dans les divers gîtes et je les ai soumis à un examen micrographique. Celui-ci est des plus probants; il montre une véritable *substitution* du gypse au calcaire, souvent même au cœur de la roche. On observe encore parfois une *trame* de gypse enclavant des plages de la roche primordiale en voie de transformation.

» *Conclusions.* — Des gypses qui nous occupent, ceux que j'ai pu visiter sont toujours intimement liés à des filons de roches vertes, ophitiques. La venue de ces roches intrusives a été accompagnée d'eaux thermales qui ont joué un rôle métamorphique sur les bancs calcaires qu'elles ont traversés; d'où les dépôts importants de gypse, quelquefois avec anhydrite. Quant à l'accompagnement de cargneules et de marnes bariolées qu'on a signalé, il n'y a pas lieu d'y voir une objection. En effet, ces roches ne rappellent en rien les sédiments triasiques : les cargneules sont des blocs de calcaire ou de calcaire marneux corrodés et emballés par les eaux gypsifiantes, les marnes bariolées ne sont que les résidus de la digestion de calcaires marneux ou des argiles sédimentaires entraînées par les eaux minérales et mélangés à des débris tufacés de la roche éruptive. Ces produits tufacés expliquent la coloration verte des marnes, et leur coloration rougeâtre se conçoit, d'autre part, par l'altération de produits ferrugineux.

» La contemporanéité de l'éruption ophitique et de l'apparition des eaux thermales ne paraît pas douteuse. Il est plus difficile de se prononcer sur la composition primordiale de ces eaux.

» Je montrerai plus tard que ces épanchements aqueux ont souvent laissé des indices de leur activité par l'existence, en Algérie, de certaines sources thermo-minérales en relation parfois indiscutable avec des pointements ophitiques. »

(¹) *Bulletin du Service géologique de la France,* t. VI, nº 42; 1894-95.

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note ayant pour titre : « L'état allotropique des gaz élémentaires ».

M. Wisthaler adresse la Table des matières d'un travail intitulé : « Méthode nouvelle générale et infaillible pour calculer les racines des équations algébriques supérieures qui contiennent 4 termes et davantage ».

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 avril 1896.

Cours d'exploitation des Mines, par M. Haton de la Goupillière, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, Directeur de l'École nationale supérieure des Mines, etc. Seconde édition. Tome premier. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Lavoisier (1743-1794), *d'après sa correspondance, ses manuscrits, ses papiers de famille et d'autres documents inédits*, par M. Édouard Grimaux, Professeur à l'École Polytechnique et à l'Institut agronomique, Membre de l'Académie des Sciences, etc. Deuxième édition. Paris, Félix Alcan, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XIII. Avril 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXII. N° 4. Paris, Masson et Cie, 1896; fasc. in-8°.

Description géologique et agronomique des terrains de Meurthe-et-Moselle, par M. A. Braconnier, Ingénieur au Corps des Mines. Paris, Savy, 1883; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Les hydrates de carbone, par M. le Dr B. Tollens. Traduit de l'allemand

par M. Léon Bourgeois. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

L'Année scientifique et industrielle, par M. Émile Gautier. Paris, G. Hachette et Cie, 1896; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Darboux.)

Les Vignes américaines. Adaptation, culture, greffage, pépinières, par MM. P. Viala et L. Ravaz. Paris, Firmin-Didot, 1896; 1 vol. in-8°. (Offert par les auteurs.)

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Sciences et Lettres. Troisième Série. Tome troisième. Lyon, Alex. Rey, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Les nouvelles flores de France. Étude bibliographique, par M. le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1894; 1 br. in-8°.

Annales de la Société Linnéenne de Lyon. Année 1894. Tomes XLI et XLII. Lyon, H. Georg; 2 vol. gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie royale de Médecine de Belgique (2e fascicule du Tome V). Bruxelles, Hayez, 1896; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des gaz.*
Note de M. **J. Bertrand**.

« La théorie des gaz, à laquelle on a donné le nom de *cinétique,* est en faveur auprès des physiciens. Il semble que, par une convention tacite, et sans discussion, elle soit devenue classique.

» Parmi les résultats imposés aux étudiants en Physique comme des vérités démontrées, se trouve au premier rang la loi suivant laquelle sont réparties les vitesses des molécules gazeuses et leurs composantes suivant une direction arbitrairement choisie.

» Le problème, dont Maxwell a le premier proposé la solution, est le suivant :

» *Les molécules d'une masse gazeuse, étant en nombre immense et considéré*

comme infini, sont animées de vitesses inconnues. On ne sait rien sur les conditions initiales et sur les actions perturbatrices qui s'exercent entre elles et sur elles. Déterminer le rapport du nombre total des molécules au nombre de celles dont la vitesse est comprise entre des limites données. On n'admet rien de plus, sinon que, par l'absence de toute ordonnance régulière, tout est pareil dans toutes les directions.

» Un tel énoncé rappellera, si on l'examine sans parti pris, le problème, dont on fait rire les écoliers, sur l'âge du capitaine d'un navire de dimensions connues. On a cependant donné très sérieusement, savamment démontré et fait accepter par les physiciens la formule qui résout le problème. Le nombre total des molécules étant N, le nombre de celles dont la vitesse est comprise entre v et $v + dv$ est, dit-on,

$$\frac{4\pi N v^2 dv}{\alpha^3 \sqrt{\pi}} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}},$$

la constante α variant seule avec la température et la nature du gaz.

» Il y aurait indulgence à reprocher à cette formule trop peu de rigueur : les habitudes de la Géométrie autorisent à la déclarer tout simplement absurde.

» Je veux montrer d'abord, ce qui semble évident avant tout examen, que la formule demandée doit contenir une fonction arbitraire. Après avoir donné cette formule, je dirai par quelle erreur de raisonnement on a cru pouvoir choisir entre un nombre infini de résultats sur lesquels les données du problème n'apprennent rien.

» Supposons d'abord que les molécules, dont le nombre est toujours considéré comme infini, soient animées d'une même vitesse v. Tout étant pareil dans toutes les directions, et le nombre total étant désigné par N, le nombre de celles dont la vitesse est telle que la parallèle à sa direction, menée par le centre d'une sphère de rayon unité, perce cette sphère dans l'intérieur d'une surface ω, sera

$$\frac{N\omega}{4\pi}.$$

» On en conclut que le nombre des molécules, dont la vitesse projetée sur une direction arbitrairement choisie, celle de l'axe des X par exemple, est comprise entre x et $x + dx$, est

$$\frac{N\,dx}{2v}.$$

» Pour passer au cas général, il faut grouper les molécules suivant leurs vitesses, le nombre de celles pour lesquelles cette vitesse est comprise entre v et $v + dv$ étant $F(v)\,dv$, et regardé comme infini, le nombre total des molécules dont la vitesse projetée sur l'axe des X est comprise entre x et $x + dx$ sera

$$\varphi(x)\,dx = \int_x^\infty \frac{F(v)\,dv}{2v}.$$

» Cette formule résout le problème. La fonction arbitraire $F(v)$ reste assujettie à la seule condition

$$\int_0^\infty F(v)\,dv = N.$$

» Par quelle aberration, sans introduire aucune hypothèse nouvelle, a-t-on cru pouvoir, *par le raisonnement seul,* déterminer la fonction $F(v)$?

» Il suffira, pour le montrer, de traduire les lignes suivantes dans le Mémoire de Maxwell :

» Soit N le nombre total des particules, x, y, z les composantes de la vitesse parallèlement à trois axes rectangulaires; $N\varphi(x)dx$ le nombre de celles dont la vitesse a une composante parallèle à l'axe des X comprise entre x et $x + dx$. Le nombre des particules pour lesquelles y sera compris entre y et $y + dy$ sera $N\varphi(y)dy$, et le nombre de celles pour lesquelles z est compris entre z et $z + dz$, $N\varphi(z)\,dz$. *Puisque la vitesse x n'influe en rien sur y et sur z, leurs directions étant rectangulaires et indépendantes, le nombre des particules dont les vitesses ont à la fois des composantes comprises entre x* et *$x + dx$, y* et *$y + dy$, z* et *$z + dz$, sera*

$$N\varphi(x)\,\varphi(y)\,\varphi(z)\,dx\,dy\,dz.$$

» L'assertion proposée comme évidente dans la phrase soulignée, est la cause de l'erreur commise. La vitesse x influe sur y et sur z. C'est en méconnaissant cette influence, qui est grande, qu'on a résolu un problème insoluble.

» Le nombre total des molécules, dont la vitesse parallèle à l'axe des y est comprise entre y et $y + dy$, étant représenté par $N\varphi(y)\,dy$, si l'on en prend N' *au hasard,* N' étant très grand, le nombre de celles qui, parmi elles, rempliront la même condition sera $N'\varphi(y)\,dy$.

» On peut l'admettre comme évident : c'est ce que semble faire Maxwell; mais il choisit les molécules, et cela change tout.

» Supposons, par exemple, que x soit très grand, je veux dire beaucoup plus grand que la vitesse moyenne, et que y, au contraire, soit très petit. N'est-il pas évident que, parmi les molécules qui ont toutes une grande

vitesse, la proportion de celles pour lesquelles y est petit n'est pas la même que pour des molécules choisies au hasard? Pour les unes, y ne peut être petit qu'à cause de la direction de la vitesse; pour les molécules considérées toutes ensemble, il peut l'être aussi, parce que la vitesse absolue est petite. Les conditions sont différentes.

» Reprenons, pour préciser, le cas où toutes les molécules ont une vitesse commune v; Maxwell ne l'exclut nullement de sa démonstration, et rien, d'ailleurs, ne donnerait le droit de l'exclure.

» Le nombre total des particules étant N, celles dont la vitesse, parallèle aux X, est comprise entre x et $x + dx$ sont en nombre

$$\frac{N\,dx}{2v};$$

celles dont la vitesse, projetée sur l'axe des Y, est comprise entre y et $y + dy$, en nombre

$$\frac{N\,dy}{2v}.$$

» Le nombre de celles qui remplissent les deux conditions est la surface commune, sur la sphère, à deux zones infiniment minces, dont les bases sont perpendiculaires l'une à l'axe des X, l'autre à l'axe des Y; il est

$$(1) \qquad \frac{N\,dx\,dy}{2\pi v\sqrt{v^2 - x^2 - y^2}}$$

et doit être remplacé par zéro quand la formule devient imaginaire.

» Maxwell admet dans ce cas la formule

$$\frac{N\,dx\,dy}{4v^2}$$

et la déclare évidente.

» Si l'on suppose les vitesses inégales et que $F(v)\,dv$ soit le nombre de celles qui sont comprises entre v et $v + dv$, le nombre total des molécules dont les vitesses parallèlement aux axes des X et des Y sont respectivement comprises entre x et $x + dx$, y et $y + dy$, sera

$$(2) \qquad \frac{dx\,dy}{2\pi}\int_{\sqrt{x^2+y^2}}^{\infty} \frac{F(v)\,dv}{v\sqrt{v^2 - x^2 + y^2}},$$

la fonction $F(v)$ restant arbitraire et assujettie à la seule condition

$$\int_0^{\infty} F(v)\,dv = N.$$

» Le principe admis par Maxwell remplacerait cette formule par

$$(3) \qquad \int_x^\infty \frac{F(v)\,dv}{2v} \int_y^\infty \frac{F(v)\,dv}{2v}.$$

Si l'on suppose que x, y, z soient respectivement compris entre x et $x + dx$, y et $y + dy$, z et $z + dz$, le nombre des particules qui remplissent ces trois conditions est

$$(4) \qquad \frac{dx\,dy\,dz\,F(v)}{4\pi v^2}.$$

Le principe admis par Maxwell remplace cette formule par le produit

$$(5) \qquad \int_x^\infty \frac{F(v)\,dv}{2v} \int_y^\infty \frac{F(v)\,dv}{2v} \int_z^\infty \frac{F(v)\,dv}{2v}.$$

Pour faire coïncider les formules (2) et (4) avec (3) et (5), il faut supposer

$$F(v) = \frac{4v^2}{\alpha^3\sqrt{\pi}} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}},$$

mais rien ne justifiant les formules (3) et (5), $F(v)$ doit rester arbitraire ou, pour mieux dire, inconnu. »

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution et l'histoire de l'écorce lunaire;* par MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« Nous avons entrepris, il y a deux ans, d'obtenir une série de photographies de la Lune en ne négligeant rien pour les rendre aussi nettes et aussi détaillées que possible. Cette tentative n'avait pas seulement pour objet de satisfaire une curiosité légitime; nous espérions aussi ouvrir la voie à de nouvelles recherches. Les feuilles que nous avons l'honneur de mettre aujourd'hui sous les yeux de l'Académie constituent le premier fascicule d'un Atlas qui devra, pour être complet, comprendre un nombre important d'épreuves. C'est grâce au concours empressé de M. Tisserand, Directeur de l'Observatoire, que nous avons pu trouver les ressources nécessaires pour l'exécution du travail photographique et de cette première publication.

» L'échelle de ces Cartes, $\frac{1}{1300000}$ environ, dépasse sensiblement celle des Atlas de Mädler et de Schmidt. Elle semblera peut-être encore un peu petite, comparée à celle de certaines Cartes terrestres. On voudra bien remarquer toutefois qu'il s'agit d'une représentation d'ensemble, et qu'il

serait actuellement impossible de figurer une partie notable de la Terre sous un aspect aussi expressif et en laissant subsister aussi peu de lacunes. Ces épreuves mettent en évidence un certain nombre de traits frappants qui sont loin de se révéler avec la même netteté sur les Cartes antérieures, ou même par l'examen direct fait à la lunette.

» Une fois familiarisé avec les principaux accidents du sol lunaire, l'observateur est naturellement tenté de les classer, d'en étudier la distribution et de remonter à leur cause physique. Comme l'a fait observer le professeur Suess dans un travail récent, aucune théorie sélénologique ne peut être établie si l'on n'admet pas que les forces dont l'effet se révèle sur la Terre exercent également leur action sur la Lune, et que les écorces des deux corps sont composées de matériaux analogues. Mais, cette similitude une fois admise, il ne reste, au sujet de la formation d'un trait déterminé, qu'un nombre limité d'hypothèses à considérer. On pourrait chercher à circonscrire le problème en rejetant à l'avance certaines explications comme inadmissibles. Plusieurs auteurs ont nié, par exemple, la possibilité d'éruptions proprement dites à la surface de la Lune. Comme cette question est d'une grande importance pour la suite, il convient de nous y arrêter dès le début de cet examen. Les arguments opposés à l'hypothèse volcanique peuvent se réduire à trois principaux.

» 1° Les cirques lunaires se séparent absolument, par leur forme et leur dimension, de tous les cratères connus. 2° Toute éruption volcanique est nécessairement accompagnée d'un dégagement abondant de gaz et de vapeur d'eau. 3° La Lune ne possède ni surface liquide, ni enveloppe gazeuse appréciable, et son relief n'a pas été modifié par une circulation d'eau.

» Ces trois assertions fussent-elles fondées en toute rigueur à notre époque, il faudrait seulement en conclure que les conditions nécessaires des phénomènes volcaniques font actuellement défaut sur la Lune. Il n'en résulterait pas que ces conditions n'ont jamais pu être réunies dans le passé. On doit étudier la question sans idée préconçue, en se tenant le plus possible sur le terrain des faits. Le premier résultat d'un tel examen sera de montrer que les objections formulées contre la théorie volcanique ne doivent pas être énoncées en termes trop absolus. Ainsi, pour nier l'existence d'une atmosphère appréciable sur notre satellite, on s'est toujours appuyé, à l'exemple de Bessel, sur l'identité à peu près complète des chiffres donnés pour le diamètre lunaire, d'un côté par les observations méridiennes, de l'autre par les éclipses solaires et les occultations. Il est certain que, si la Lune avait une enveloppe gazeuse comparable à celle de

la Terre, les deux valeurs du diamètre devraient être différentes. A l'époque de Bessel, les observateurs les plus dignes de confiance permettaient de révoquer en doute la réalité d'une telle différence. Mais, depuis, de nombreuses occultations d'étoiles par la Lune ont été observées et discutées. Tous ces travaux, sans exception, tendent à donner, pour le diamètre de notre satellite, une valeur notablement moindre que celle qui se déduit des observations méridiennes. Le point de départ du Travail de Bessel se trouve donc infirmé et la réalité d'une atmosphère à la surface de la Lune devrait être considérée comme sûre, si les chiffres donnés par les deux méthodes étaient définitifs. A la vérité, on ne peut pas attribuer à cette atmosphère une densité bien élevée; mais il semble très probable, sinon certain, que cette densité a été autrefois beaucoup plus forte qu'elle ne l'est aujourd'hui. D'ailleurs, l'existence d'une atmosphère douée d'un fort pouvoir réfringent ne s'impose pas comme condition préalable des éruptions volcaniques; en effet, la cause ordinaire des explosions est la présence de l'eau, sous forme d'infiltrations ou de poches, aux grandes profondeurs.

» La quantité de gaz et de vapeurs emprisonnés a dû être relativement plus considérable dans l'écorce lunaire que dans l'écorce terrestre, en raison du refroidissement plus rapide, et la faiblesse de la pression à la surface a dû faciliter leur dégagement ultérieur. Ces deux circonstances permettent de regarder *a priori* la Lune comme devant offrir des conditions particulièrement favorables aux manifestations des forces éruptives. Si donc nous retrouvons sur notre satellite, avec une netteté suffisante, les traits que l'expérience nous a fait connaître comme caractérisant l'action de l'air, de l'eau ou des éruptions volcaniques, nous devons admettre sans scrupule l'intervention de chacun de ces agents ou de tous les trois à la fois. Or l'examen des photographies révèle un certain nombre de faits généraux qui peuvent être énoncés indépendamment de toute théorie, et qui doivent servir de point de départ, si l'on veut apprécier le degré de vraisemblance relatif des diverses explications possibles. Voici parmi ces faits ceux qui nous semblent les plus significatifs :

» 1° Les régions montagneuses de la Lune sont traversées sur de grandes étendues par des sillons rectilignes sur le trajet desquels de nombreux entonnoirs se sont créés; 2° ces sillons, distribués en plusieurs systèmes parallèles, ont fréquemment servi de limite au contour des cirques, et ont ainsi contribué à leur faire acquérir une forme polygonale; 3° les grands cirques ont une tendance à s'aligner par groupes contigus de deux, trois ou quatre, suivant des directions déterminées, concordantes avec celle des

sillons rectilignes de la même région ; 4° il n'est pas rare de les voir entourés d'une ceinture plus ou moins complète de cirques secondaires : la ligne de faîte du rempart est un lieu d'élection privilégié pour la formation ultérieure d'entonnoirs ou de bouches d'explosion ; 5° lorsque plusieurs cirques empiètent ainsi l'un sur l'autre, le plus petit est ordinairement le plus profond, et possède seul un rempart complet et une montagne centrale ; 6° dans les cirques les plus profonds, l'intérieur est ordinairement accidenté, hérissé de nombreuses collines groupées autour d'une montagne centrale. Quand le fond est moins déprimé, il se présente comme une plaine unie, d'où le piton central émerge seul. S'il se relève encore, la montagne centrale disparaît et tout l'intérieur offre un aspect uniforme, entièrement analogue à celui des mers. Une dernière catégorie est formée par les cirques sans dépression intérieure, où le bourrelet annulaire subsiste seul, mais souvent incomplet et à demi submergé. 7° Les grandes plaines connues sous le nom de *mers* ont, en général, une forme circulaire et ne se distinguent des grands cirques que par leur dimension. Elles ne montrent que par exception, à leur surface, les cônes, les entonnoirs, les sillons rectilignes qui se trouvent en si grand nombre sur les hauts plateaux. Leur contour est fréquemment dessiné par une crevasse, simple ou double, marquant la limite de la plaine et de la région montagneuse. On voit aussi courir à la surface des mers des veines saillantes, d'un relief peu accusé, affectant, de même que les crevasses, une disposition concentrique à celle du rempart. 8° Les mers ont en général une teinte sombre, de même que les plaines intérieures des cirques. Les plateaux élevés sont de couleur plus claire. Une blancheur particulière revêt les montagnes centrales de beaucoup de cirques. 9° La surface de la Lune se montre parsemée d'un grand nombre de taches blanches. Dans la majorité des cas, nous les voyons recouvrir les environs d'un cratère de dimension petite ou moyenne, et quand l'ouverture centrale paraît manquer, on peut dire, avec une probabilité voisine de la certitude, qu'un éclairage différent en révélerait l'existence. Tous les cirques d'une même région sont quelquefois entourés de ces auréoles blanches, ainsi qu'il arrive dans une partie de la feuille II. Parmi ces objets, on doit signaler particulièrement les traînées si curieuses qui rayonnent autour d'un petit nombre de centres jusqu'à d'énormes distances. 10° Les traînées divergentes laissent intact le relief des régions qu'elles recouvrent ; elles franchissent sans inflexion les plaines et les montagnes et ne témoignent aucune tendance à s'écouler par es vallées.

» Voici maintenant, parmi les interprétations diverses auxquelles ces

faits peuvent donner lieu, celles qui nous semblent se dégager avec le plus de netteté.

» Les sillons rectilignes sont, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, des traces de soudures imparfaites, remontant aux premiers temps de la formation d'une écorce solide.

» Les mers ainsi que les grands cirques sont le résultat d'affaissements successifs provoqués par l'action des forces d'origines diverses.

» La forme polygonale des grands cirques tient à la préexistence des sillons rectilignes, qui ont, dans bien des cas, constitué des lignes de moindre résistance et servi de limites aux affaissements ultérieurs de l'écorce.

» La même cause a provoqué le groupement ou l'alignement des cirques suivant certaines directions déterminées. Les remparts saillants et les montagnes centrales, quand on les observe, indiquent que l'affaissement a été précédé d'un soulèvement général de la région occupée par un cirque et de la formation d'un cône volcanique vers le sommet de l'intumescence. Les veines saillantes qui se rencontrent à la surface des mers dessinent le trajet d'anciennes crevasses obstruées par la solidification des laves qu'elles ont rejetées.

» L'aspect uni des mers et des plaines intérieures des cirques, l'isolement ou la disparition des montagnes centrales attestent l'envahissement partiel de la surface par des laves qui se sont ensuite solidifiées.

» Les auréoles qui environnent les cratères sont des dépôts de cendres volcaniques projetées avec explosion. Les traînées divergentes résultent de la dispersion de ces mêmes cendres à de grandes distances sous l'action de courants atmosphériques variables. La dimension et la profondeur des cirques lunaires ont été signalées par divers auteurs comme inconciliables avec l'hypothèse volcanique. Il y a tout lieu de croire, en effet, que chaque grand cirque n'est pas, dans son ensemble, une bouche d'explosion; mais l'espace occupé par lui a dû être le théâtre d'une activité volcanique intense, manifestée par un nombre plus ou moins grand d'orifices. L'ensemble des faits notés sur les auréoles et les traînées nous semble témoigner dans ce sens d'une manière absolument décisive.

» Les mers, plus récemment formées que la majeure partie des cirques, correspondent à des effondrements accomplis dans une croûte déjà résistante et capable de se soutenir sur une certaine étendue. Leur distribution générale reproduit assez fidèlement celle des grandes dépressions de l'écorce terrestre, notamment celle des fosses méditerranéennes étudiées par les géologues.

» Les fissures étroites constatées sur le bord des mers de la Lune sont des indices d'affaissements concentriques; quelques-unes paraissent être des déchirures du sol provenant de soulèvements éruptifs.

» On voit que non seulement nous pouvons rattacher à une cause probable tous les traits importants du relief lunaire, mais que nous trouvons dans cette analyse les bases d'une classification chronologique.

» Prenant pour point de départ l'état de fluidité complète, nous reconnaissons comme première période bien caractérisée celle où apparaissent à la surface des scories agglomérées en bancs de plus en plus étendus, souvent disloquées sous l'action des courants, et se réunissant toujours à la longue sous l'influence du refroidissement. Les lignes de jonction et de rupture sont dans bien des cas demeurées apparentes et se disposent suivant des systèmes réguliers que nos photographies mettent bien en lumière.

» La constitution d'une écorce continue sur la Lune marque le début d'une seconde période, celle où les laves qui s'accumulent en certains points sous l'influence de l'attraction de la Terre ou de toute autre cause ne rencontrent plus d'issues libres vers la surface et sont obligées de s'en créer de nouvelles. Dans une enveloppe encore médiocrement résistante, cette tendance se traduit par la formation de crevasses. Des laves s'épanchent par la voie ainsi ouverte à la surface de la Lune. Elles ne tardent pas à se solidifier, en laissant aux portions qu'elles ont recouvertes l'aspect de plaines unies.

» Avec le temps l'écorce devient plus solide; elle ne s'ouvre plus que sous l'action de pressions intérieures assez puissantes pour la soulever, produisant ainsi des intumescences suivies d'effondrements. Cette troisième période est celle de l'apparition des grands cirques.

» A la longue les soulèvements doivent passer à l'état d'exception et n'embrasser que des aires de plus en plus réduites. Au contraire, des affaissements généraux demeurent possibles, et même ils doivent s'étendre à des surfaces d'autant plus grandes que la croûte est plus capable de se maintenir sans appui. Nous sommes ainsi conduits à distinguer une quatrième période, celle des affaissements généraux donnant naissance aux dépressions connues sous le nom de *mers*.

» L'existence de taches et de traînées qui recouvrent indifféremment les mers, les plateaux, les remparts et le fond des cirques prouve sans réplique l'existence d'une phase d'activité plus récente que la solidification de la surface des mers. Il y a donc lieu de considérer une cinquième période, celle où, en raison de l'épaisseur toujours croissante de l'écorce,

les forces volcaniques les plus intenses arrivent seules à se manifester par des éruptions violentes temporaires et limitées à des orifices de peu d'étendue. Ces phénomènes transforment en partie la couleur du sol sans en effacer les principaux accidents.

» Des traînées blanches, issues de centres déterminés, rayonnent dans toutes les directions et s'étendent parfois à d'énormes distances. Leur âge récent est démontré par ce fait qu'elles laissent absolument intact le relief des régions qu'elles traversent, et l'ensemble de leurs caractères apporte, en faveur de l'existence passée d'une atmosphère de la Lune, une démonstration à laquelle il paraît difficile de se soustraire.

» Tous les traits importants et bien caractérisés de la surface de la Lune peuvent rentrer, croyons-nous, dans le cadre qui vient d'être tracé. Nous n'avons pas eu, en définitive, à invoquer l'action de forces autres que celles que nous voyons à l'œuvre sur la Terre, et la disparité des effets s'explique par les différences des conditions physiques. La perte de chaleur, plus rapide sur le globe lunaire, doit y clore plutôt que sur la Terre la période des éruptions volcaniques. Mais il n'est pas certain que cette ère de repos absolu soit déjà ouverte pour la Lune : la comparaison des altitudes entre les plateaux, le fond des cirques et la surface des mers donne lieu de croire que, à l'époque où les accidents se sont formés, l'épaisseur de la croûte solide ne dépassait pas une dizaine de kilomètres. Ce n'est encore qu'une bien faible fraction du diamètre lunaire, et l'on ne peut guère admettre que la planète, si éloignée du refroidissement complet, eût pu prendre dès lors sa figure définitive. En l'absence de toute indication précise sur l'ancienneté de ces phénomènes, il nous est permis de regarder comme encore possibles des mouvements généraux de l'écorce, ainsi que des accidents volcaniques analogues à ceux qui ont amené la formation des traînées blanches. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les oiseaux et les papillons qu'on a observés dans l'œil d'une tempête intertropicale;* par M. **H. Faye**.

« Dans ma Note du 13 mars 1893, j'avais complété ma théorie des trombes et des tornados en montrant qu'ils descendent des nues; ils remontent vers les nues et redescendent alternativement suivant la violence de la rotation engendrée dans les régions supérieures. Et, chose capitale, j'ai pu établir par des faits incontestés que ces mouvements alternatifs sont accompagnés d'une interruption momentanée de toute relation avec le

sol. Personne n'avait fait attention à ces faits qu'on se bornait à mentionner sans les interpréter.

» Dans ma Note du 22 avril 1895, je croyais avoir achevé ma théorie des cyclones, en la reliant à celle des trombes, par une explication complète de l'œil de la tempête, c'est-à-dire du calme, centre des gyrations furieuses qui constituent ces imposants phénomènes. J'ai montré, en effet, que le calme résulte d'un courant descendant d'air relativement sec, parti, sans gyration aucune, des couches élevées de l'atmosphère, soit au-dessus des cumulus dans la région des tornados, soit au-dessus des cirrus dans celle des cyclones. Mais ce n'était pas tout. Il restait à expliquer des phénomènes singuliers qu'on n'observe que dans ces régions et dont je n'avais pas saisi d'abord tout l'intérêt. Je m'en vais les décrire.

» Voici la relation du cyclone par lequel la frégate *la Junon* a passé, dans la nuit du 1er mai 1868, en allant de l'île de la Réunion à Singapore, sous le commandement de M. de Marivault.

» La tourmente durait depuis plusieurs heures, redoublant à chaque instant de violence et de bruit, quand tout à coup un silence absolu se fit, silence que je ne puis comparer qu'à celui qui suit l'explosion d'une mine sur un bastion pris d'assaut. C'était le calme central, calme subit, étrange qui produisit plutôt l'étonnement qu'une impression de sécurité tant on s'y sentait comme en dehors des lois ordinaires de la nature. Des oiseaux, des poissons volants, des insectes, des débris de plantes tombaient de tous côtés, et parmi eux plusieurs échassiers, ce qui indique bien que le cyclone avait passé sur les îles. Quelques-uns des poissons volants qui tombaient sur le pont étaient vivants, d'autres morts depuis quelque temps sentaient déjà (1).

» Voici d'autres témoignages analogues tirés d'un article intéressant de M. Ballou dans l'*American Meteorological Journal,* juin 1892 :

» Le remorqueur à vapeur *l'Alexandra* était, le 5 juin 1864, à l'ancre, au large du phare de Sangor. Il éprouve, à 4h de l'après-midi, une violente tempête à laquelle il tient tête avec toute la puissance de ses machines. Vers 8h avant midi, un calme soudain se fit, avec une mer démontée. Le soleil parut pendant quelques minutes. Cet intervalle de calme dura trois quarts d'heure, le bateau ayant le vent en tête et les machines fonctionnant de leur mieux. Pendant ce calme, des oiseaux de terre furent vus tombant sur le pont, quelques-uns morts.

» D'après le log d'un autre vapeur, l'*Inchultra,* dans la mer Arabique, le 29 mai 1881, pendant le temps que le centre passait, on vit plusieurs oiseaux de terre ferme, des papillons et des poissons volants.

» Le log du vapeur *Taicheong,* dans un ouragan au large de Formose, le 17 juillet 1891, mentionne que, pendant le calme, le ciel s'éclaircit, la lune et les étoiles

---

(1) Voir Zurcher et Margollé, *Trombes et cyclones,* p. 252.

devenaient visibles; on vit quelques oiseaux de mer voleter anxieusement autour du vaisseau.

» D'autres disent : durant le calme le vaisseau est couvert par des oiseaux de mer, des milliers d'entre eux venant mourir sur le pont.

» Ou bien : le vaisseau fut inondé par une foule de beaux papillons, pendant que diverses espèces d'oiseaux de mer se pressaient sur le pont.

» A 9^h avant midi il se produisit un calme de mort. Un grand nombre d'oiseaux du genre Pétrel s'accumula sur le bord et s'abrita dans les canots et dessous les cages à poulets.

» M. W.-L. Dallas a étudié la question dans ses *Storms in the Arabian sea* (*Cyclone Memoirs*, Part IV, 422). C'est même le premier météorologiste qui ait recueilli dans les récits des marins ces faits de papillons et d'oiseaux confinés dans l'œil d'une tempête. Il conclut ainsi :

» Dans ces occasions les cyclones ont été rencontrés assez loin des terres par des bâtiments et l'on ne saurait comprendre que d'aussi minces objets que des papillons, des insectes ou des oiseaux aient pu rester pendant une longue période de temps dans une colonne d'air qui serait animée d'un énergique mouvement d'ascension ou de descente. Nous admettons bien qu'il n'y ait pas de gyration dans le centre d'un cyclone; c'est ce qui peut être compris théoriquement; mais on a toujours admis que dans les cyclones le calme est formé d'une colonne d'air animée d'une ascension rapide.

» Il est bien vrai que d'autres auteurs ont déduit tout récemment, des phénomènes physiques que présente cet air, la conséquence qu'il est en réalité le siège d'un mouvement descendant; mais la présence d'insectes et de papillons tombant dans ce calme, tout près de la surface de la mer, conduit à la conclusion opposée, à savoir que dans le calme central il n'y a ni mouvement ascendant ni mouvement descendant.

» La difficulté signalée par M. Dallas disparaît si l'on considère que, dans le calme central, le mouvement de descente de l'air n'est nullement violent, comme c'est le cas des tornados qui ont leur origine bien plus bas que les cyclones. Si les marins n'en parlent pas, cela veut dire que ce mouvement, tout incontestable qu'il soit en vertu des phénomènes de température, d'humidité, de totale absence de pluie, etc. que cet air présente, n'est pas assez fort pour être perçu par des observateurs préoccupés de leur salut.

» Dès lors, il n'y a rien d'impossible à ce que des insectes ou des oiseaux, qui ne sauraient s'échapper de cette espèce de cage, puissent y voleter çà et là, pendant un certain temps, avant de tomber d'épuisement lorsqu'ils ne rencontrent plus le sol solide pour les soutenir.

» Mais la question n'est pas seulement là. Ce qu'il faut imaginer, c'est comment ces papillons ou ces oiseaux, grands ou petits, ont pu s'intro-

duire dans ce calme, véritable cage entourée de vents furieux qui, du dehors, leur en interdisent absolument l'accès. Voici mon explication :

» Sur le trajet de l'avant d'un cyclone, à terre, les vents circulaires rabattent bien vite le vol des oiseaux et des insectes, quand ils ne les tuent pas. Ces bestioles se réfugient sur le sol, sous les abris qui échappent à la dévastation générale. Puis, quand le calme passe sur eux, quelques-uns se relèvent et prennent leur vol. Ils en ont bien le temps, car la durée du passage peut aller à une heure, deux heures ou même plus avant que les gyrations recommencent; mais il leur est impossible de sortir des limites du calme qui font l'office de véritables murailles. Ils sont forcés de rester dans cette cage de 20^{km} à 30^{km} de diamètre. Ils s'y élèvent selon leur force et sont emportés avec elle, sans s'en douter, avec une vitesse de trois, quatre ou même cinq lieues par heure. Ici, il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'ouragans de la région tropicale qui ne marchent pas aussi vite qu'ils le feront plus tard dans les régions tempérées.

» Le calme entraîne donc les animaux encore vivants vers des lieux éloignés des côtes ou des îles où ils ont été capturés, c'est-à-dire en pleine mer. Les oiseaux de mer, en particulier les Pétrels, ont d'ailleurs une grande puissance de vol qui les maintient longtemps; mais ils finissent pourtant par retomber épuisés, faute de trouver un sol pour se reposer, et si quelque navire vient à passer dans cette région de calme, ils se rabattront sur ce navire, car c'est là le seul endroit où ils puissent prendre pied; autrement, ils tombent dans la mer avec les poissons volants qui auront été recueillis un moment en passant par la redoutable cage.

» On voit que cette explication est fort simple. Elle prouve, en même temps, que les gyrations extérieures d'un cyclone ne sont nullement ascendantes, car autrement les papillons et les oiseaux, s'ils étaient surpris et non cachés pendant les premières gyrations redoutables de la tempête, seraient entraînés tout d'abord jusqu'aux nues, jusqu'à l'embouchure du cyclone ou du typhon, d'où ils ne retomberaient certes pas dans la région centrale du calme. Elles prouvent ensuite que ce calme forme une vaste colonne entraînée horizontalement par la tempête et mue verticalement d'une descente finalement modérée dont les marins ne pourraient se douter que par l'impression de chaleur inusitée qu'ils en ressentent et qui leur rappelle le sirocco.

» En terminant, je ferai remarquer que depuis des années les météorologistes n'ont pas répondu aux arguments déduits des mouvements réitérés de descente et d'ascension des trombes et des tornados, ni des phénomènes

si frappants que présente le calme à l'intérieur des tempêtes. Ils ne répondront pas davantage aux faits que je viens de citer sur les papillons et les oiseaux, tombant épuisés ou mourant de fatigue sur le pont des navires, dans l'œil des cyclones intertropicaux. Espérons que le vieux préjugé d'après lequel les trombes, les tornados, les typhons, les cyclones et les ouragans ont leur origine en bas et montent de la terre jusqu'aux nues, ne résistera pas plus longtemps à cet ensemble de preuves. »

PATHOLOGIE. — *Au sujet de l'hématozoaire du paludisme.* Note de M. A. Laveran.

« Dans ces dernières années, j'ai eu fréquemment l'occasion d'examiner des malades qui avaient contracté la fièvre palustre au Tonkin, au Dahomey ou à Madagascar, et j'ai retrouvé dans leur sang le parasite que j'ai décrit pour la première fois en 1880, alors que j'étais à Constantine. Le microbe du paludisme se présente, dans le sang de ces malades, comme dans le sang des malades d'Algérie, sous deux formes principales : 1° corps amiboïdes libres ou adhérents aux hématies, presque toujours pigmentés; 2° corps en croissant. Les flagelles auxquels les corps amiboïdes et les corps en croissant peuvent donner naissance ont été rencontrés plus rarement qu'en Algérie, ce qui s'explique par ce fait que tous les malades rapatriés étaient atteints de paludisme chronique et avaient fait un fréquent usage de la quinine.

» J'ai retrouvé ces mêmes parasites dans du sang desséché qui m'a été envoyé des Indes, de l'île Maurice et de Rio de Janeiro.

» Les recherches, entreprises depuis quinze ans par les médecins de tous les pays où règne le paludisme, démontrent, comme les miennes, que partout le parasite du paludisme se présente avec les mêmes formes; les travaux publiés à ce sujet sont aujourd'hui trop nombreux pour que je puisse songer à en faire ici même une simple énumération.

» Il était intéressant de faire ces recherches sur un grand nombre de points; on pouvait supposer en effet que dans les pays où l'endémie palustre est très grave, comme à Madagascar, il existait des parasites spéciaux; cette hypothèse admise par quelques auteurs a été démentie par les faits.

» Les conditions de terrain et de climat influent sans doute sur le mi-

crobe du paludisme qui dans certains milieux acquiert une énergie redoutable, tandis que dans d'autres il dégénère, mais c'est là une loi générale pour tous les êtres; la virulence des microbes pathogènes varie beaucoup avec les milieux de culture : les plantes et les animaux des régions tropicales, transportés dans nos climats, dégénèrent le plus souvent.

» La pullulation plus rapide des parasites dans le sang ou les dimensions un peu plus grandes qu'ils atteignent suffisent à expliquer la gravité du paludisme dans les pays chauds. En examinant le sang des malades qui avaient contracté la fièvre à Madagascar, j'ai été frappé plusieurs fois de voir que les corps amiboïdes étaient nombreux dans le sang et que la plupart d'entre eux avaient des dimensions supérieures à la moyenne. Or ce sont là des conditions très favorables à la production des accidents graves connus sous le nom d'*accès pernicieux*.

» J'ai montré que, dans les accès pernicieux à forme cérébrale, les capillaires du cerveau étaient remplis d'éléments parasitaires pigmentés; l'abondance des parasites dans les capillaires du tube digestif a été signalée à plusieurs reprises chez des sujets qui avaient succombé à des formes abdominales.

» Un certain nombre d'observateurs admettent l'existence de plusieurs espèces de parasites du paludisme; les microbes de la fièvre tierce seraient différents de ceux de la quarte, et il y aurait une espèce spéciale de parasites donnant naissance aux fièvres irrégulières.

» Les observations des malades venant du Tonkin, du Dahomey ou de Madagascar, comme celles que j'avais recueillies précédemment en Algérie, s'accordent mal avec cette opinion.

» Le fait que, sur les points du globe les plus éloignés les uns des autres, on trouve les mêmes formes parasitaires toujours associées tend déjà à démontrer que ces formes ne sont que des aspects différents d'un même parasite polymorphe; s'il y avait des parasites différents pour la tierce, la quarte et les fièvres irrégulières, il est vraisemblable que, sur certains points, une de ces espèces régnerait à l'exclusion des autres.

» Quant au rapport constant qui devrait exister entre la nature des manifestations cliniques et la forme des éléments parasitaires, si la doctrine de la pluralité des parasites du paludisme était exacte, je n'ai pas réussi à le constater.

» Très souvent je n'ai pas rencontré de corps en croissant dans le sang des malades atteints de fièvres palustres irrégulières, bien que ces corps

soient signalés par les partisans de la pluralité des espèces de parasites du paludisme comme la forme spéciale à ces fièvres. Par contre, j'ai trouvé des corps en croissant chez un grand nombre de malades qui avaient des fièvres régulières.

» Je n'ai pas constaté les différences qui ont été signalées par les auteurs italiens entre les parasites de la tierce et de la quarte, notamment dans le mode de sporulation.

» Enfin il m'est arrivé plusieurs fois de trouver chez un même malade, et sans que le type de la fièvre se fût modifié, à un premier examen des corps amiboïdes et, à un deuxième, des corps en croissant.

» Comme je l'ai fait remarquer depuis longtemps, au point de vue clinique comme au point de vue anatomo-pathologique, l'unité du paludisme paraît indiscutable; l'existence de plusieurs espèces de parasites était donc *a priori* peu probable; les observations faites sur des malades ayant contracté la fièvre dans des foyers palustres très éloignés les uns des autres fournissent, ce me semble, un très bon argument en faveur de cette opinion. »

CORRESPONDANCE.

M. **Laboulbène** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de M. *Reiset*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Swift* (*b* 1896 = 1896, *avril* 13) *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1896.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Mai 1...	*a* Anonyme	9,5	+0.^{m} 8,^{s}27	+0'.38",9	12.12
2...	*b* 727 BD + 55°	9,0	+1. 1,95	+1. 6,7	8. 8
3...	*c* 732 BD + 56°	8,0	+0.18,90	−3.47,1	16.16

Positions des étoiles de comparaison.

1896.	✶	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Mai 1.	*a*	2.56. 1,25	—0,64	+53°.35′.57″,3	+8″,8	Rapportée à *d* et *e*
2.	*b*	2.49.45,40	—0,74	+55.13.18,2	+8,3	A.G Cambridge E.U.(1334)
3.	*c*	2.44.48,15	—0,85	+56.49.37,8	+7,9	A.G Hels-Gotha (2568)
	d	2.59.46,43	»	+53.42.38,1	»	A.G Cambridge E.U.(1379)
	e	2.59.52,70	»	+53.42.30,6	»	A.G Id. (1381)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Mai 1...	9.36.19	2.56. 8,88	1,623	+53°.36′.45″,0	0,878
2...	9.19.27	2.50.46,61	$\bar{1}$,656	+55.14.33,2	0,867
3...	9.12. 4	2.45. 6,20	$\bar{1}$,669	+56.45.58,6	0,864

» *Remarques.* — 1896. Mai 1. — La comète s'aperçoit dans une petite lunette à peu près avec la même facilité qu'une étoile de grandeur 7-8. Elle est arrondie, de 2′ de diamètre, fortement plus brillante dans la région centrale qui se fond graduellement avec le reste de la nébulosité. Cette partie centrale est diffuse, mais par instants on y aperçoit un point un peu stellaire. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Tisserand.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 20 avril dernier, M. Adrien Ferraud, considérant un cas particulier du problème des perturbations, a exposé la discussion à laquelle conduit la méthode de M. Poincaré pour déterminer la valeur approchée des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice ([1]).

» Ayant obtenu, de mon côté, la solution d'une question analogue, je me propose, dans la présente Communication, de résumer mes résultats.

([1]) Poincaré, *Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I. Dans son travail, l'auteur prend un point de départ un peu différent de celui de M. Poincaré.

» Considérons deux planètes P, P_1 se mouvant dans le même plan. Appelons ζ, u, $e = \sin\psi$ les anomalies moyennes et excentriques et l'excentricité de P, ζ_1 l'anomalie moyenne de P_1 dont l'orbite est supposée circulaire et entièrement renfermée dans l'ellipse décrite par P. Désignons par Δ le carré de la distance PP_1, par m et m_1 deux grands nombres entiers dont le rapport est fini ($m_1 > 0$), par s un nombre de la forme $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \ldots$, par $f(E^{iu})$ une fonction entière de $\sin u$ et $\cos u$, par $f_1(E^{i\zeta_1})$ une fonction entière de $\sin\zeta_1$ et $\cos\zeta_1$ (E base des logarithmes népériens), par α le rapport $\frac{a_1}{a} < 1$ des demi grands axes.

» Je me suis proposé de déterminer la valeur asymptotique du coefficient de $\begin{smallmatrix}\cos\\ \sin\end{smallmatrix}(m\zeta + m_1\zeta_1)$ dans le développement de

$$R = \frac{f(E^{iu})f_1(E^{i\zeta_1})}{\Delta^s}.$$

La question étudiée par M. Ferraud correspond au cas où $f = f_1 = 1$ et $s = \frac{1}{2}$.

» Je pose, comme dans mes recherches antérieures (¹),

$$\frac{m}{m_1} = \theta, \qquad E^{iu} = z, \qquad t = zE^{\frac{-\sin\psi}{2}\left(z - \frac{1}{z}\right)}, \qquad E^{i\zeta_1} = t^{-\theta}x,$$
$$F(x, z) = \frac{1}{t}\frac{dt}{dz}R.$$

Le coefficient de $\cos(m\zeta + m_1\zeta_1)$ est alors égal à la partie réelle, et le coefficient de $\sin(m\zeta + m_1\zeta_1)$ égal au coefficient de $-\sqrt{-1}$, dans l'expression

$$A_{m,m_1} = \frac{1}{i\pi}\int dz \frac{1}{2i\pi}\int F(x, z)\frac{dx}{x^{m_1+1}},$$

la première intégrale étant prise le long de la circonférence $|z| = 1$, et la seconde, le long de la circonférence $|x| = 1$.

» L'application de la méthode de M. Darboux (²) à l'intégrale

$$\frac{1}{2i\pi}\int F(x, z)\frac{dx}{x^{m_1+1}}$$

(¹) Maurice Hamy, *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1050, et *Journal de Liouville*, t. X, 4ᵉ série).

(²) Darboux, *Mémoire sur l'approximation des fonctions de grands nombres* (*Journal de Liouville*, 1878).

conduit à la considération de la fonction

$$\varphi(z) = \frac{\alpha z}{\cos^2 \frac{\psi}{2} \left(z - \operatorname{tang} \frac{\psi}{2}\right)^2} \left[z E^{-\frac{\sin\psi}{2}\left(z - \frac{1}{z}\right)}\right]^{-\theta} \text{ [1]}$$

qui joue, dans les discussions, un rôle fondamental. Sa dérivée s'annule pour les valeurs de z racines du polynome

$$V(z) = \theta \sin\psi \left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)^2 \left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right) - 2z\left(z + \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right) \text{ [2]}.$$

» $V(z)$ a ses trois racines réelles lorsque $\theta < -\frac{1}{8}\operatorname{séc}^3\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\psi}{3}\right)$; nous désignerons, dans ce cas, par Z la racine moyenne. $V(z)$ a encore ses racines réelles lorsque $-\frac{1}{8}\operatorname{séc}^3\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\psi}{3}\right) < \theta < 0$; nous désignerons alors par Z la plus petite racine. Enfin $V(z)$ a des racines imaginaires lorsque $-\frac{1}{8}\operatorname{séc}^3\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\psi}{3}\right) < \theta < -\frac{1}{8}\operatorname{séc}^3\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\psi}{3}\right)$; nous désignerons par Z_i celle de ces racines dont l'argument est compris entre 0 et π, par Z_{-i} sa conjuguée.

» Appelons z_1 et z_2 ($z_1 > 1 > z_2 > 0$) les racines de l'équation

$$\sin\psi\, z^2 - 2(1-\alpha)z + \sin\psi = 0$$

et faisons

$$r = -a\frac{\sin\psi}{2z}\left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right),$$

$$\Pi(z) = \frac{m_1^{s-\frac{3}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(s)} \frac{r^{1-2s}}{az}\left(\frac{r^2 - a_1^2}{r^2}\right)^{-s} \sqrt{\frac{2\varphi(z)}{\varphi''(z)}}\, \varphi^{m_1}(z) f(z) f_1\left[\frac{\cos^2\frac{\psi}{2}\left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)^2}{\alpha z}\right],$$

$$\Xi(z) = \frac{2}{\pi z}\frac{1}{a^{2s}}\frac{m_1^{2s-2}}{(1.3\ldots 2s-2)^2}\left\{-\frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)}\left[\frac{\sin\psi}{\alpha}\frac{z^2-1}{z^2} - \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)}\right]\right\}^{s-1}$$
$$\times \left[\frac{2z^2}{\sin\psi(z^2-1)}\right]^{2s-1} \varphi^{m_1}(z) f(z) f_1\left[\frac{\cos^2\frac{\psi}{2}\left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)^2}{\alpha z}\right].$$

» Voici la valeur de A_{m,m_1}, dans tous les cas possibles, ε désignant une

---

(1) La détermination adoptée pour le facteur élevé à la puissance $-\theta$ est indifférente.

(2) L'équation $V(z) = 0$ devient $v^3 - (1 - 2\theta\cos\psi)v + 2\theta = 0$ en posant

$$z = \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\frac{v-1}{v+1}.$$

quantité telle que le produit $m_1 \varepsilon$ reste fini lorsque m_1 croît indéfiniment :

$$0 < -\frac{1}{8}\,\text{séc}^3\left(\frac{\pi}{3}+\frac{\psi}{3}\right)\begin{cases} 1^\circ \quad Z < z_2, & A_{m,m_1} = \Xi(z_2)(1+\varepsilon), \\ 2^\circ \quad z_2 < Z < z_1, & A_{m,m_1} = H(Z)(1+\varepsilon), \\ 3^\circ \quad Z > z_1, & A_{m,m_1} = \Xi(z_1)(1+\varepsilon), \end{cases}$$

$$-\frac{1}{8}\,\text{séc}^3\left(\frac{\pi}{3}+\frac{\psi}{3}\right) < \theta < -\frac{1}{8}\,\text{séc}^3\left(\frac{\pi}{3}-\frac{\psi}{3}\right)\begin{cases} 4^\circ\, |\varphi(Z_i)| > |\varphi(z_1)|, & A_{m,m_1} = [-H(Z_i)+H(Z_{-i})](1+\varepsilon), \\ 5^\circ\, |\varphi(Z_i)| < |\varphi(z_1)|, & A_{m,m_1} = \Xi(z_1)(1+\varepsilon), \end{cases}$$

$$-\,\text{séc}^3\left(\frac{\pi}{3}-\frac{\psi}{3}\right) < \theta < 0 \begin{cases} 6^\circ\, |\varphi(Z)| > |\varphi(z_1)|, & A_{m,m_1} = -H(Z)(1+\varepsilon), \\ 7^\circ\, |\varphi(Z)| < |\varphi(z_1)|, & A_{m,m_1} = \Xi(z_1)(1+\varepsilon), \end{cases}$$

$$\theta > 0, \qquad 8^\circ \; A_{m,m_1} = \Xi(z_1)(1+\varepsilon).$$

» *Remarque.* — Les puissances fractionnaires qui rentrent dans $\Xi(z_2)$, $\Xi(z_1)$, $H(Z)$ ont un sens arithmétique.

» Dans $H(Z_i)$ et $H(Z_{-i})$: 1° l'argument de $\left(\frac{r^2-a_1^2}{r_2}\right)^{-s}$ s'obtient en multipliant par $-s$ l'argument de $\frac{r^2-a_1^2}{r^2}$ compris entre 0 et π; 2° pour avoir le sens des radicaux $\sqrt{\frac{2\varphi(Z_i)}{\varphi''(Z_i)}}$ et $\sqrt{\frac{2\varphi(Z_{-i})}{\varphi''(Z_{-i})}}$, se fonder sur ce que la partie imaginaire du radical $\sqrt{\frac{2\varphi(z)}{\varphi''(z)}}$ est négative si l'argument de z est compris entre $-\frac{\pi}{4}$ et $+\frac{\pi}{4}$, la partie réelle positive si l'argument de z est compris entre $\frac{\pi}{4}$ et $\frac{3\pi}{4}$, la partie imaginaire positive si l'argument de z est compris entre $\frac{3\pi}{4}$ et $\frac{5\pi}{4}$, la partie réelle négative si l'argument de z est compris entre $\frac{5\pi}{4}$ et $\frac{7\pi}{4}$. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Une propriété des mouvements sur une surface.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Picard.

« I. Une discussion élémentaire montre que *toutes les trajectoires possibles d'un point pesant sur une sphère pénètrent dans l'hémisphère inférieur.* Ce fait doit-il être considéré comme se rattachant à quelque principe général?

» La réponse est affirmative. On peut, en effet, démontrer que *sur une surface fermée quelconque, parcourue par un mobile sous l'action de forces données quelconques, il existe toujours une région* R, *assignable* a priori, *où*

toute trajectoire du mobile doit nécessairement passer. Il suffit pour cela de considérer le point de la trajectoire où la fonction des forces U atteint un minimum. On constate aisément qu'en un tel point, l'inégalité

$$(1) \qquad \tfrac{1}{2}\Delta(U_1\Delta U) - \Delta U \Delta_2 U > 0$$

(où les symboles Δ et Δ_2 sont les paramètres différentiels de Beltrami, conformément à la notation employée dans les *Leçons sur la théorie des surfaces* de M. Darboux) doit être vérifiée; autrement dit, *la ligne de niveau qui passe en ce point a sa courbure géodésique dirigée dans le sens de la force;* résultat que l'on retrouve d'ailleurs immédiatement en partant des équations intrinsèques du mouvement.

» La région R est changée en la région complémentaire R′ lorsqu'on passe d'un mouvement au mouvement conjugué. En particulier, les géodésiques de la surface (qui, comme on le sait, sont des trajectoires limites de l'un ou de l'autre mouvement) passent dans chacune des deux régions. Comme la ligne de séparation de ces régions dépend de la fonction U, qui n'intervient point dans la définition des géodésiques, on voit qu'*on peut trouver, d'une infinité de façons, une ligne que toute géodésique de la surface doit nécessairement croiser*.

» II. Il peut arriver que l'on connaisse une limite supérieure de la constante des forces vives. Dans ce cas, la région R peut être remplacée par une autre r plus restreinte.

» Au contraire, si l'on sait que la constante des forces vives dépasse un nombre donné, on est assuré que la trajectoire passe dans une région r', composée de R′ et d'une bande de la région R, bande d'autant plus étroite que la constante des forces vives est plus grande.

» III. *Un point où la fonction des forces est minimum n'appartient pas à la région* R. Il est donc démontré qu'*un tel point est une position d'équilibre instable*.

» Cette proposition n'avait pas encore été démontrée rigoureusement, à ma connaissance.

» La remarque complémentaire du n° II permet d'étendre la démonstration à une partie des cas où, en une position d'équilibre, U n'est ni maximum ni minimum, mais non malheureusement à tous.

» Les résultats s'étendent partiellement aux systèmes qui dépendent de plus de deux paramètres, par exemple au mouvement d'un point libre dans l'espace. Là encore, un maximum de U ne peut avoir lieu dans une région où les surfaces de niveau tournent leur convexité dans le

sens de la force. On en déduit des conséquences diverses, telles que :

» *Une position d'équilibre où la fonction des forces admet un minimum est instable ;*

» *Si les surfaces de niveau sont partout à courbure positive et tournent leur convexité dans le sens de la force, les trajectoires s'éloignent toutes indéfiniment;* etc.

» Enfin, une grande partie des conclusions précédentes subsiste lorsqu'il y a frottement ou résistance tangentielle quelconque. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire.* Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. A. Cornu.

« M. Cotton vient de soutenir une importante thèse expérimentale sur ce sujet ([1]). Je vais montrer que les faits découverts par lui découlent des formules que j'ai données ([2]) en partant du groupe de théories Helmholtz-Boussinesq.

» Considérons une onde plane normale à l'axe Oz et écrivons, d'après la méthode de Cauchy (ou Bellavitis) les équations de Helmholtz ([3]) complétées par le terme que j'ai indiqué ([2]) pour représenter le pouvoir rotatoire :

$$(1)\quad \begin{cases} \rho\dfrac{d^2\xi}{dt^2} = \dfrac{d^2\xi}{dz^2} + a(\xi_1 - \xi) + ib\dfrac{d}{dz}(\xi_1 - \xi) & \text{(éther)}, \\ \rho_1\dfrac{d^2\xi_1}{dt^2} = a(\xi - \xi_1) - c\xi_1 - h\dfrac{d\xi_1}{dt} & \text{(matière pondérable)}. \end{cases}$$

» Dans ces équations, ξ et ξ_1 représentent, non plus des composantes des deux élongations, mais les vecteurs élongations eux-mêmes situés dans le plan de l'onde ; i est le symbole imaginaire. Dans la méthode de Cauchy, il imprime une rotation de $+\frac{\pi}{2}$ à tout vecteur qu'il multiplie.

» J'ai traité ([2]) ces équations en négligeant le terme d'absorption $h\dfrac{d\xi_1}{dt}$, et montré qu'elles renferment les lois du phénomène, pour les milieux transparents : lois de Biot, loi de Cornu, dispersion de l'indice et dispersion rotatoire. Je vais, en tenant compte du terme d'absorption, retrouver les lois découvertes par M. Cotton.

([1]) Avril 1896.

([2]) *Comptes rendus*, décembre 1891. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, mai 1892.

([3]) *Ann. de Pogg.*, t. CLIV, p. 582.

» Le système (1) admet une solution particulière de la forme

$$(2)\qquad \xi = A e^{2\pi i\left(\frac{z}{l}-\frac{t}{T}\right)}, \qquad \xi_1 = A_1 e^{2\pi i\left(\frac{z}{l}-\frac{t}{T}\right)}.$$

» L'inconnue principale l se détermine en fonction de la période T en portant les valeurs (2) dans les équations (1) et éliminant le rapport $\frac{A_1}{A}$ entre les équations obtenues.

» Il vient ainsi

$$(3)\qquad -\rho\frac{4\pi^2}{T^2}A = -\frac{4\pi^2}{l^2}A + a(A_1 - A) - b\frac{2\pi}{l}(A_1 - A),$$

$$(4)\qquad -\rho_1\frac{4\pi^2}{T^2}A_1 = a(A - A_1) - cA_1 + h\frac{2\pi i}{T}A_1.$$

» De (4) je tire A_1, puis $A_1 - A$. J'obtiens une expression que, pour abréger, je désigne par

$$(5)\qquad A_1 - A = -4\pi^2 f A.$$

» Cette valeur, portée dans l'équation (3), donne, pour déterminer l'inconnue l, l'équation du second degré

$$\frac{1}{l^2} - 2\pi bf\frac{1}{l} - \left(\frac{\rho}{T^2} - af\right) = 0.$$

» L'inconnue l est alors donnée par la formule

$$(6)\qquad \frac{1}{l} = \pi bf \pm \sqrt{\pi^2 b^2 f^2 + \frac{\rho}{T^2} - af}.$$

» La présence du terme d'absorption $h\frac{d\xi_1}{dt}$, qui figure dans la deuxième équation (1), rend f imaginaire. Donc la valeur de $\frac{1}{l}$ est de la forme

$$\frac{1}{l} = \alpha + \beta i \pm (p + qi).$$

» La valeur principale de $\frac{1}{l}$ étant $\pm p$, le signe + correspond à une vibration qui se propage dans le sens Oz. Cette vibration a pour formule

$$(I)\qquad \xi = A e^{2\pi i\left[(\alpha+\beta i+p+qi)z - \frac{t}{T}\right]} = A e^{-2\pi(q+\beta)} e^{2\pi i\left[(p+\alpha)z-\frac{t}{T}\right]} \searrow.$$

» C'est une vibration circulaire droite ↘ qui se propage avec la vitesse $\frac{1}{(p+\alpha)T}$ et une absorption dont le coefficient est $2\pi(q+\beta)$.

» Imaginons maintenant que, dans la solution particulière (2), on remplace i par $-i$ et qu'on fasse de nouveau le calcul. Les dérivées d'ordre

impair des équations (1) vont seules donner lieu à un changement de signe.

» Ainsi, dans l'équation (3), b va être remplacé par $-b$; dans l'équation (4), i va être remplacé par $-i$. Il suffit de porter ces changements dans le résultat final (6). Or, dans cette formule, b n'entre qu'explicitement et i n'entre que dans f.

» On aura donc maintenant

$$\frac{1}{l} = -\pi b f(-i) + \sqrt{\pi^2 b^2 f^2(-i) + \frac{\rho}{T^2} - a f(-i)},$$

ou, avec les notations employées plus haut,

$$\frac{1}{l} = -(\alpha - \beta i) + (p - qi).$$

» Cette solution fournit la vibration circulaire gauche ↖

$$\text{(II)} \qquad \xi = A e^{-2\pi i\left[(-\alpha+\beta i+p-qi)z-\frac{t}{T}\right]} = A e^{-2\pi(q-\beta)} e^{-2\pi i\left[(p-\alpha)z-\frac{t}{T}\right]} \nwarrow.$$

» Son coefficient d'absorption est $2\pi(q-\beta)$ et sa vitesse de propagation $\frac{1}{(p-\alpha)T}$.

» Ainsi, *le milieu propage deux vibrations circulaires privilégiées* (I) *et* (II) *avec des vitesses et des absorptions différentes.*

» C'est la première découverte de M. Cotton.

» Il a aussi montré que, *si la dispersion de l'indice est anomale, celle du pouvoir rotatoire est aussi anomale.* C'est une conséquence bien naturelle de la formule

$$\alpha\lambda^2 = cn^2 - B$$

qui résulte des équations ci-dessus et que j'ai appliquée avec succès au quartz ([1]).

» M. Cotton a encore montré que *l'addition d'une matière colorante à un corps actif non absorbant n'introduit aucune inégalité des absorptions ni aucun changement dans la loi de la dispersion rotatoire.* Ce double fait s'explique simplement en ajoutant à l'équation (1) de l'éther le terme $a_2(\xi_2 - \xi)$, qui représente l'action de la nouvelle molécule sur l'éther, puis l'équation de la nouvelle molécule

$$\rho_2 \frac{d^2\xi_2}{dt^2} = a_2(\xi - \xi_2) - c_2\xi_2 - h_2\frac{d\xi_2}{dt}.$$

» Le système de trois équations ainsi obtenu, traité comme le système (1),

---

([1]) *Comptes rendus*, décembre 1895. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, mai 1892.

conduit à la conséquence révélée par les expériences de M. Cotton.

» Notre manière d'introduire l'action de la molécule colorante est naturelle et de plus a l'avantage d'être assez bien d'accord avec la loi approximative des indices de réfraction des mélanges. Pour les pouvoirs rotatoires des mélanges, elle donne la loi de Biot qui a conduit à la notion du pouvoir rotatoire moléculaire.

» En terminant, je rappelle trois faits antérieurement établis :

» *Les formules* (1) *adaptées aux milieux biréfringents conduisent aux lois de l'absorption par les cristaux* ([1]).

» *Seules, parmi les théories proposées, des formules de ce type sont capables de mettre d'accord, dans ces milieux, les lois expérimentales de la dispersion et de la double réfraction* ([1]).

» *Elles conduisent aux polarisations de M. Sarrau* ([2]) *et sont susceptibles d'être interprétées dans la théorie électromagnétique de la lumière, comme l'a indiqué M. Poincaré.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Déviation électrostatique des rayons cathodiques. Réponse à M.* H. Poincaré. Note de M. **G. Jaumann**, présentée par M. Poincaré.

« Dans ses observations (*Comptes rendus* du 2 mars 1896), M. H. Poincaré ne tient plus à sa première objection, que ma théorie ne donnerait pas la déviation magnétique des rayons cathodiques. Ainsi, il n'y a pas de différence entre nous sur les conséquences de ma théorie.

» Il ne reste qu'à démontrer pourquoi a_1, a_2, a_3 doivent être des constantes. C'est nécessaire, parce que tout rayon doit avoir des surfaces d'onde. Quand a_1, a_2, a_3 ne seraient pas des constantes, les surfaces d'onde des oscillations électriques auraient une *autre forme* que les surfaces d'onde de la variable θ ou des oscillations magnétiques, ce que personne ne pourrait nommer un *rayon*.

» Je consens à la méthode du surface-canal, que M. Poincaré propose. Mais je ne connais jusqu'à présent aucune intégrale pour un champ non uniforme qui, en rendant compte de toutes les variables et de tout l'espace considéré, représenterait un phénomène quelconque à l'intérieur du surface-canal, tandis qu'à l'extérieur du canal les oscillations seraient sensiblement nulles.

» La seconde objection de M. Poincaré tire à une conséquence évidente de ma théorie. Il n'accepte pas ma théorie parce qu'elle indique que (sans

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, janvier 1896.
(2) *Comptes rendus*, février et mars 1891.

intervention de l'aimant) les rayons cathodiques suivent les lignes de force électrique statique, bien que l'expérience démontre que ces rayons sont rectilignes.

» Or, çà, j'ai réussi, il n'y a pas longtemps, des expériences qui expliquent d'une manière toute nouvelle pourquoi les rayons cathodiques sont à peu près rectilignes. Je viens de communiquer ces expériences dans les *Sitzungsberichte de l'Académie de Vienne* du 23 avril 1896, et j'ai l'honneur d'en donner ici le résumé : j'ai toujours prétendu (¹) que (sans intervention de l'aimant) l'axe des rayons de ma théorie, où les oscillations sont purement longitudinales, suit les lignes de force électrique statique. D'après cela, quand les rayons cathodiques sont rectilignes, il faut conclure que la surface de verre du tube évacué est tellement chargée que les lignes de force sont rectilignes. Ce sont les rayons cathodiques eux-mêmes qui, en toutes circonstances et par une loi bien profonde, chargent le verre en cette manière, c'est-à-dire qui ont le pouvoir de se tendre en ligne droite. Cette tension ne prend qu'un temps très court, si l'on emploie, comme tous les autres observateurs l'ont préféré, des rayons cathodiques de grande intensité. Mais les rayons très faibles se dressent déjà en 0,2 à 1 seconde.

» La meilleure méthode (mais non pas la seule méthode) pour affaiblir les rayons est la suivante : on submerge le tube, qui est fortement évacué et sans anode, dans de l'huile ordinaire, bien peu isolante, en enfonçant aussi une anode dans l'huile à une distance de 1^{cm} à 2^{cm} du tube. Il est nécessaire de charger les électrodes par une machine à influence, non pas par une bobine de Ruhmkorff.

» *Ces rayons faibles sont déviés très fortement par des forces électrostatiques.* Un bâton de verre frotté, agité à une distance de 50^{cm} du tube, dévie les rayons. Un bâton d'ébonite les dévie en sens contraire. Des conducteurs chargés les dévient dans les sens correspondants. Mais l'intention des rayons de se tendre en ligne droite donne à ces déviations électrostatiques le caractère des phénomènes d'induction : pendant qu'on agrandit la force électrostatique déviante, les rayons sont déviés, pour se dresser eux-mêmes en 0,2 à 1 seconde. Tant que la force déviante reste grande, mais constante, les rayons restent rectilignes. Quand on affaiblit la force déviante à sa valeur initiale, les rayons font leur inclinaison en sens con-

---

(¹) Voir *Sitzungsber. de l'Académie de Vienne*, 4 juillet 1895, p. 786; *Wied. Ann.*, t. XLVII, p. 178; *Comptes rendus* du 13 janvier 1896, p. 75, et du 2 mars 1896, p. 519.

traire et se dressent de nouveau en 0,2 à 1 seconde. Il est très remarquable que (et de quelle manière) ces déviations sont accompagnées par des variations d'intensité des rayons cathodiques.

» Le sens de ces déviations électrostatiques est *inverse* à celui qu'on aurait pu attendre. Le rapprochement à la cathode des corps électrisés négativement (ou l'éloignement des corps positifs, etc.) attire les rayons, ce qui ne démontre que le fait qu'on connaît mal le signe d'une partie quelconque des phénomènes à l'intérieur du tube.

» J'ajouterai aussi que les anciennes expériences de MM. Crookes et Goldstein, qui démontrent des déflexions *persistantes* des rayons exercées par des *électrodes*, s'expliquent comme des déviations électrostatiques (*stationnaires*). En ces cas, l'effet des rayons, qui charge le verre du tube, ne peut pas tendre en ligne droite les lignes de force, par exemple, parce que cet effet est stationnairement paralysé par la charge affluente de l'électrode déviante. »

Observations au sujet de la Communication de M. Jaumann; par M. **Poincaré**.

« M. Jaumann est conduit à supposer que les lignes de force sont rectilignes à l'intérieur d'un tube de Crookes. Hertz avait cru pouvoir tirer de certaines expériences une conclusion contraire (Cf. *Wied. Ann.*, t. XIX). Je ne veux pas insister sur cette question, que les expérimentateurs pourront seuls trancher; mais je tiens à faire observer que je n'ai nullement renoncé à l'objection tirée de la déviation magnétique des rayons cathodiques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Appareils de mesure pour les courants de haute fréquence.* Note de MM. **G. Gaiffe** et **E. Meylan**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les décharges oscillantes des condensateurs présentent tous les effets des courants alternatifs ordinaires, tant que la fréquence est assez basse pour que la longueur d'onde soit très grande par rapport aux dimensions des conducteurs, supposés linéaires.

» On est généralement dans ces conditions avec les appareils de haute fréquence, introduits en électrothérapie par M. d'Arsonval, et dans lesquels la fréquence peut varier de 200000 à 2000000.

» Bien que les quantités les plus intéressantes soient les valeurs instantanées, il y a intérêt, pour les applications, à mesurer les intensités et les volts moyens efficaces.

» *Galvanomètre thermique.* — Les premières estimations ont été obtenues par M. d'Arsonval, en mesurant la flèche prise par un fil tendu.

» Sur ce principe, nous avons construit un appareil à lecture directe sur un cadran divisé, en tendant un fil fin sur des poulies et en amplifiant le mouvement de l'extrémité libre.

» Avec un fil de platine allié de $\frac{8}{100}$ de millimètre, on peut lire de 30 milliampères à 200 milliampères, ou de 5 volts à 40 volts.

» Cet appareil sert à mesurer le courant qui pénètre par les électrodes, la différence de potentiel aux extrémités d'une spire de nos solénoïdes, ou la force électromotrice induite dans une spire isolée (1).

» L'appareil étant gradué avec du courant continu, il faut que sa résistance ohmique soit sensiblement indépendante de la fréquence.

» La résistance d'un fil de diamètre d, de résistance spécifique ρ, est, à la fréquence f,

$$R_a = R_c\left[1 + \frac{\pi^4}{48}\frac{d^4 f^2}{\rho^2} + \ldots\right],$$

R_c étant la résistance ordinaire.

» En appliquant cette formule avec les données suivantes :

$$f = 10^6, \qquad d = \frac{8}{1000}\,\text{cm}, \qquad \rho = 65.10^3,$$

on trouve que le terme correctif est inférieur à 2.10^{-6}.

» *Ampèremètre d'induction.* — Pour les courants intenses, nous employons un appareil basé sur la répulsion des courants induits par le courant inducteur.

» Il se compose d'un solénoïde fixe, au centre duquel est suspendu, par

(1) Pour que la mesure soit correcte, il faut que l'*impédance* de la spire et de l'appareil se confonde sensiblement avec la résistance ohmique.

On a, en effet,

$$e_{\text{eff}} = i\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

avec

$$\omega = \frac{2\pi}{T}.$$

La self-induction d'un fil de 1^{mm}, enroulé en une circonférence de 1^m de diamètre, étant égale à $4,5.10^{-6}$ quadrant et celle du fil de l'appareil à 3.10^{-6} quadrant, il en résulte que, pour la fréquence 10^6, l'appareil mesure e_{eff} à 2,5 pour 100 près.

un fil fin, un petit anneau en aluminium solidaire d'une légère aiguille qui amortit le mouvement.

» Le plan de l'anneau fait un angle initial d'environ 15° avec le plan des spires fixes.

» Un courant de $0^{amp},8$ produit déjà une déviation notable, et pour $2^{amp},2$, le disque est presque perpendiculaire aux spires fixes.

» L'appareil a été gradué entre ces limites, en le mettant en série avec deux galvanomètres thermiques disposés en dérivation. On s'est assuré que les déviations sont indépendantes de la fréquence.

» *Théorie de l'appareil.* — Soit

$$i_1 = I_1 \sin \omega t \qquad \text{avec} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

le courant à mesurer, supposé sinusoïdal, en négligeant l'amortissement, et soit M_α le coefficient d'induction mutuelle de l'anneau et du solénoïde, variable avec l'angle α de l'anneau et des spires.

» La force électromotrice induite dans l'anneau est

$$e_2 = -M_\alpha \frac{di_1}{dt} = -M_\alpha \omega I_1 \cos \omega t$$

et le courant correspondant

$$i_2 = \frac{M_\alpha \omega I_1 \cos \omega (t - t_0)}{\sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}} \qquad \text{avec} \qquad \operatorname{tang} \omega t_0 = \frac{\omega L_2}{R_2}.$$

» Le couple qui agit sur l'anneau est donné par la formule

$$C = \frac{dM_\alpha}{d\alpha} \int_0^T \frac{i_1 i_2 \, dt}{T} = \frac{dM}{d\alpha} \frac{M_\alpha 2\pi^2 I_1^2 L_2}{T^2 \left(R_2^2 + \frac{4\pi^2 L_2^2}{T^2} \right)}$$

» Lorsque la fréquence est relativement faible, la formule se ramène à

$$C = \frac{dM}{d\alpha} \frac{M_\alpha 2\pi^2 I_1^2 L^2}{T^2 R_2^2} = f_1(\alpha) i_{\text{eff}}^2 f^2.$$

» Nous avons vérifié, avec des fréquences variables de 40 à 400, que la déviation était sensiblement constante lorsque le produit if était constant.

» Au contraire, quand la fréquence est très grande, le couple prend la forme

$$C = \frac{dM}{d\alpha} M_\alpha \frac{i_{\text{eff}}^2}{L_2} = f_2(\alpha) i_{\text{eff}}^2.$$

» C'est le cas limite correspondant aux conducteurs sans résistance, les

courants induits étant en opposition avec le courant inducteur et les flux nuls.

» Quand cette limite est-elle pratiquement atteinte?

» Posons, par exemple,

$$R_2^2 = \frac{1}{100}\frac{4\pi^2 L_2^2}{T^2};$$

à partir de la fréquence

$$\frac{1}{T} = \frac{10}{2\pi}\frac{R_2}{L_2},$$

les déviations seront sensiblement indépendantes de la fréquence.

» En assimilant l'anneau d'aluminium à un tore de même section, on aurait :

$$R_2 = 5{,}2.10^{-4} \text{ ohm}; \quad L_2 = 36.10^{-9},$$

d'où $\frac{1}{T} = 23000$ environ.

» Ainsi, à partir de la fréquence 20000, notre appareil mesure les intensités qui sont *équivalentes*, au point de vue de l'induction, à un courant sinusoïdal de même intensité efficace (1).

» On a vérifié que, dans les appareils de la maison Gaiffe et Cie, l'intensité efficace dans le solénoïde variait de 1 à 2 ampères. Pour un même écartement du micromètre à étincelle, l'intensité est d'autant plus grande que la self-induction est plus petite, à capacité constante. »

PHYSIQUE. — *Réponse aux observations de M.* Auguste Righi. Note de MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note du 20 avril, M. Auguste Righi s'est proposé d'expliquer la différence que nous avions signalée entre ses expériences et les nôtres, en ce qui concerne l'électrisation directe produite par les rayons X.

» Nous avons dit que, n'ayant pu observer aucune trace d'électrisation (2), nous pouvions affirmer, eu égard bien entendu à la limite de sensibilité de notre électromètre, que, si les rayons X peuvent développer une

(1) Un raisonnement analogue montre que l'appareil employé par M. d'Arsonval, et dans lequel on mesure l'élévation de température d'un thermomètre soumis à l'action inductrice d'un solénoïde, est un ampèremètre, à condition que la masse où naissent les courants induits soit telle que la répartition du courant y soit indépendante de la fréquence.

(2) Voir notre Communication du 30 mars 1896 (*Comptes rendus*, n° 13, p. 779).

charge électrique, cet effet ne dépasse pas l'ordre de grandeur des forces électromotrices de contact.

» M. Righi justifie nos prévisions en annonçant que les effets observés par lui avec l'électromètre plus sensible de M. Mascart sont précisément de cet ordre de grandeur.

» Cette constatation nous suffisait pour le moment, et nous n'avons pas cherché à recourir à un appareil plus sensible, étant donné que, pour apercevoir aisément les lois générales d'un phénomène nouveau, une sensibilité moyenne est le plus favorable; il importait seulement pour nous de vérifier que, dans nos expériences, nous n'avions, pour le moment, à tenir aucun compte de l'effet secondaire signalé par M. Righi. Nous aurons toutefois plus tard à revenir probablement sur cet effet que nous croyons être à même de rattacher à une théorie générale de l'action des rayons X sur les corps électrisés.

» Quant à la disposition expérimentale que nous avons adoptée, de préférence à celle qu'emploie M. Righi, nous persistons à la considérer comme la plus avantageuse pour l'étude générale de ces phénomènes. Autant il est facile et sûr d'enfermer, dans une cage de Faraday mise au sol, l'électromètre dépourvu d'ailleurs de cage vitrée et le conducteur soumis aux rayons X, avec la certitude absolue d'éliminer toute influence électrostatique, autant est incertaine l'application du même dispositif à l'ensemble de la bobine, du tube de Crookes et des appareils accessoires. Le réglage et la manœuvre de la bobine, la surveillance du tube, sont autant d'obstacles. Nous pouvons d'ailleurs emprunter à la Note même de M. Righi un argument en faveur de notre système, puisque, dans les dernières lignes de cette Note, M. Righi est obligé de suspecter son propre dispositif, lorsque, ayant répété les expériences de M. J.-J. Thomson, et trouvant *une dispersion minime, effet qui ne change pas en coupant la communication de la lame de cuivre avec l'électromètre,* il se demande si *cet effet ne serait pas dû à une action directe sur d'autres conducteurs communiquant avec l'électromètre.*

» Nous admettons d'ailleurs que l'efficacité de notre dispositif a pu être précisément défavorable à l'observation de l'effet secondaire étudié par M. Righi; mais nous n'avons qu'à répéter à ce sujet ce que nous avons dit plus haut.

» En résumé, il résulte, croyons-nous, de nos expériences, comme de celles de M. Righi, que l'action des rayons X sur un corps électrisé est la dissipation totale de son électricité, comme si le conducteur était mis au

sol. Or, dans le cas où existent des forces électromotrices de contact, la mise au sol laisserait précisément subsister une électrisation de l'ordre de grandeur du volt. C'est celle qu'a observée M. Righi. »

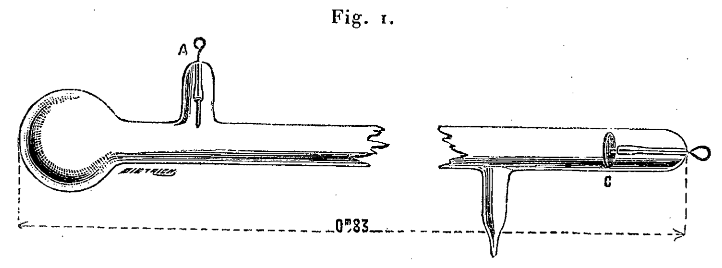
PHYSIQUE. — *Sur la relation entre le maximum de production de rayons X, le degré du vide et la forme des tubes.* Note de MM. **Victor Chabaud** et **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« M. J. Chappuis a déterminé la courbe des intensités actiniques (rayons X) des ampoules de Crookes pour différents degrés de vide du tube; le maximum se montre vers $\frac{1}{1000}$ de millimètre pour les tubes en forme de poire généralement employés.

» Nous avons trouvé que ce maximum ne se présente pas au même degré de vide pour des tubes ayant des formes notablement différentes.

» Ainsi, avec un tube cylindrique comme celui dessiné ci-dessous (*fig.* 1),

Fig. 1.



ayant 83^{cm} de longueur totale et un diamètre intérieur de 15^{mm}, muni à l'une de ses extrémités d'une cathode plate, nous avons obtenu les résultats suivants (le degré du vide P était mesuré à la jauge de Mac-Leod; le temps *t* que mettait l'électroscope, chargé au même potentiel, à se décharger complètement était mesuré en secondes) :

P. (mm)	*t.* (sec)
0,025	30
0,012	25
0,010	14
0,0096	40
0,0058	75

» Pour le même degré de vide, un tube de forme poire (tube à croix de

(1) Laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne, le 4 mai 1896.

Crookes) ne présente aucune action sensible sur l'électroscope; son maximum se montre vers 0mm,0011; son action sur l'électroscope est alors très intense : la décharge se fait dans une fraction de seconde.

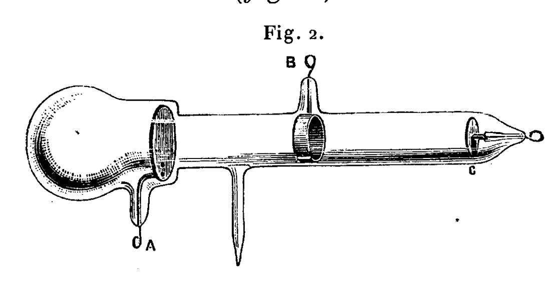
» La forme seule du premier tube a donc déplacé la courbe actinique vers les pressions plus élevées, tout en diminuant aussi la valeur absolue des ordonnées.

» Cette forme particulière du tube (distance entre les deux électrodes, 80mm; diamètre intérieur, 15mm) permet d'obtenir, pour des vides relativement faibles, une chute de potentiel du même ordre que celle obtenue dans des tubes dont le vide est beaucoup plus grand.

» Si l'on adopte l'hypothèse du bombardement moléculaire, les molécules du résidu gazeux se trouveraient projetées par la cathode avec une vitesse suffisante pour pouvoir provoquer l'émission des rayons X et la forme du tube, dans ce cas, permettrait à un plus grand nombre de molécules de participer d'une manière efficace à cette action.

» Nous avons cherché à utiliser ces résultats, et dans ce but nous avons établi le tube dessiné ci-dessous (*fig.* 2) :

Fig. 2.



» Il est fait d'un cylindre portant à son extrémité droite une électrode à surface plane, au milieu une électrode circulaire et à son extrémité gauche une électrode plane dont le diamètre, plus grand que celui du tube principal, avait pour objet de masquer toute la surface diamétrale de cette partie de l'appareil; un renflement de 6cm de longueur terminait le tube derrière l'électrode A.

» Ce dispositif permet de prendre, comme anode, B ou A, C étant toujours cathode; dans les deux cas, les rayons cathodiques frappent sur la paroi A.

» Les expériences que nous avons effectuées dans ces conditions nous permettent de conclure que, pour obtenir la plus grande production de rayons X, il faut que l'électrode C constitue la cathode et l'électrode A l'anode [1]; dans ce cas, on ne constate aucune luminescence dans la partie renflée derrière A.

---

(1) Ces résultats concordent avec les expériences de MM. Benoît et Hurmuzescu

» MM. Benoît et Hurmuzescu ont vérifié, avec ce même tube, la loi du carré de la distance, et leurs mesures partaient de l'électrode A.

» On voit de suite le parti qu'on peut tirer de cette disposition pour la construction d'un tube susceptible de donner une intensité plus grande que celle réalisée dans les tubes parus jusqu'à ce jour.

» M. Chabaud, sur ce principe, a construit le tube ci-dessous :

» Il est composé d'une ampoule en verre traversée par le fil qui porte la cathode, celle-ci de forme concave a un diamètre peu différent du tube dans lequel elle pénètre; au foyer de la cathode, un disque en aluminium, constituant l'anode, est soudé au verre et à faible distance de la paroi qui ferme le tube.

» Comparé à un focus au point de vue photographique, il a donné des épreuves plus nettes avec un temps de pose plutôt plus court. Nous croyons que la netteté plus grande que donnent ces derniers tubes provient de ce que le centre d'émission se trouvant tout près de la paroi de sortie, les rayons dispersés qui viennent frapper le verre peuvent créer sur lui de nouveaux centres d'émission et que dans ce cas la surface active serait plus petite dans notre tube que dans celui à lame de platine (focus).

» Comparé au point de vue décharge sur l'électroscope Hurmuzescu, il a donné les résultats de même ordre.

» Ce tube présente, en outre, les avantages suivants : sa durée d'existence est plus longue. Il permet l'inversion du courant sans crainte d'altération.

» Ces deux avantages sont dus à l'emploi d'électrodes tout en aluminium. »

PHYSIQUE. — *Radiographies. Applications à la physiologie du mouvement.* Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les divers perfectionnements successivement introduits dans la technique de la Radiographie par les rayons X permettent dès aujourd'hui d'obtenir des épreuves satisfaisantes des régions les plus épaisses du corps humain.

» Après les radiographies de poignet, de coude, de genou, que nous

---

qui ont remarqué une intensité plus grande, parfois double, lorsque dans le tube à croix de Crookes la croix était levée.

avons eu l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, nous avons obtenu des résultats analogues pour l'épaule, pour le tarse et pour la région lombaire de la colonne vertébrale, ainsi qu'en témoignent les épreuves positives jointes à cette Note.

» L'épreuve n° 1, relative à une jeune fille de 16 ans, montre nettement, en particulier, la clavicule, l'acromion et l'humérus dont le grand trochanter présente une altération d'origine tuberculeuse qui en a augmenté la transparence (cette région est plus sombre que les parties avoisinantes sur l'épreuve, jointe à notre Note, qui a été obtenue d'après un positif réduit sur verre).

» L'épreuve n° 2 représente un tarse d'adulte et l'épreuve n° 3 un tarse d'enfant de 9 ans.

» Enfin l'épreuve n° 4 est la radiographie des vertèbres lombaires d'un enfant de 9 ans, obtenue en vingt minutes, en faisant usage d'un aimant et d'un interrupteur de Foucault (Chappuis); la distance du tube à la plaque photographique était de 22^{cm}. Cette épreuve présente une netteté suffisante pour qu'on puisse compter les vertèbres et juger de l'état encore incomplet de l'ossification.

» Toutes ces épreuves ont été obtenues sur le vivant.

» Ainsi donc, qu'il s'agisse de radiographies de l'extrémité ou de la racine d'un membre, ou même des corps opaques (corps étrangers, calculs, vertèbres) de la région abdominale, il n'y a là qu'une progression de difficultés dont trois mois d'efforts combinés ont eu presque entièrement raison.

» Il nous paraît intéressant de signaler aussi les services que peut rendre la Radiographie pour l'étude de la Physiologie des mouvements articulaires. L'utilité des épreuves radiographiques nous paraît à ce point de vue démontrée par l'examen de nos épreuves n^{os} 5, 6 et 7 qui représentent le poignet droit de l'un de nous dans trois inclinaisons différentes de la main par rapport à l'axe de l'avant-bras en pronation. On y voit non seulement la part prise par l'articulation radio-carpienne, mais encore celle qui revient à l'articulation carpo-carpienne, en particulier au niveau du point où se joignent l'os crochu, le pyramidal, le semi-lunaire et le grand os. De l'étude géométrique de ces épreuves, il sera possible de déduire, plus sûrement qu'on ne peut le faire par la dissection, la part de chacune des multiples articulations de cette région du corps dans les divers mouvements de la main.

» Nous nous proposons de soumettre à ce procédé d'investigation non seulement les mouvements de la main, mais ceux des autres régions du corps pour lesquelles ce sera chose possible et utile. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de préparation synthétique de l'urée et des urées composées symétriques.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Le carbonate de gaïacol d'Heyden, produit très répandu dans le commerce depuis son emploi en thérapeutique, donne rapidement à froid, au contact de l'alcool à 93° saturé de gaz ammoniac, de l'urée ordinaire avec régénération de gaïacol, ce qui confirme la fonction éther du composé $CO(O.C^6H^4.O.CH^3)^2$. Cette réaction est analogue à celle de l'ammoniaque sur le carbonate d'éthyle, indiquée par Natanson pour la synthèse de l'urée. On obtient ainsi

$$CO(O.C^6H^4.O.CH^3)^2 + 2AzH^3 = CO\begin{cases}AzH^2\\AzH^2\end{cases} + 2C^6H^4.OH.OCH^3,$$

mais il faut chauffer à 180° avec le carbonate d'éthyle.

» Ce nouveau mode de préparation synthétique est intéressant parce que la réaction se produit à froid et qu'elle constitue une expérience de cours saisissante.

» On met dans un ballon 26^{gr} de carbonate de gaïacol au sein de 150^{cc} d'alcool à 93°, saturé de gaz ammoniac. Les cristaux entrent peu à peu en dissolution par l'agitation, en même temps que le liquide prend une teinte jaune. A mesure que le gaïacol libre devient plus abondant, la teinte jaune, puis verdâtre, s'accentue sous l'action de l'ammoniaque en présence de l'air. Au bout d'un temps qui varie de quelques heures, suivant la température ambiante, la réaction se termine. En chauffant vers 50°, l'action de l'alcool ammoniacal est très rapide.

» Soumis à l'évaporation spontanée, dans un vase plat, le liquide abandonne de longues aiguilles d'urée souillées de gaïacol ammoniacal jaune rougeâtre. Ces aiguilles, recueillies et séchées sur une aire en plâtre, sont mises à cristalliser à nouveau dans l'alcool à 93°, qui les abandonne très pures. La cristallisation de premier jet, toujours magnifique, peut, d'ailleurs, être montrée aux élèves dans un cours.

» Les rendements sont théoriques.

» Le carbonate de gaïacol m'a permis de préparer très facilement la diphénylurée en le chauffant avec l'aniline, puis des urées aromatiques symétriques non décrites, dérivées de l'orthotoluidine et de la paratoluidine,

dont je poursuis l'étude en collaboration avec M. Moreau, agrégé de Chimie.

» J'envisage le carbonate de gaïacol comme un agent fécond et intéressant de production d'urées nouvelles symétriques. Les urées symétriques de la série grasse doivent se préparer aussi facilement que l'urée ordinaire avec l'alcool tenant en solution les amines de cette série. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'acide tariri̇que et de l'acide stéaroléique en acide stéarique*. Note de M. A. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« L'acide taririque, que j'ai découvert, il y a quelques années ([1]), dans la graine de Tariri du Guatemala (*Picramnia*, Sp. *x Simarubées*), est un acide gras cristallisé appartenant à la série non saturée $C^nH^{2n-4}O^2$.

» Cet acide est isomérique avec l'acide stéaroléique, préparé par Overbeck ([2]), en saponifiant par la potasse alcoolique, soit l'acide oléique monobromé $C^{18}H^{32}BrO^2$, soit l'acide stéarique dibromé $C^{18}H^{34}Br^2O^2$.

» On pouvait penser que ces acides non saturés devaient fixer plus ou moins facilement l'hydrogène naissant et se transformer ainsi en acide stéarique; mais, jusqu'ici, les diverses tentatives faites dans ce but avaient échoué. L'hydrogénation de l'acide taririque par l'amalgame de sodium en solution alcoolique ou en solution alcaline aqueuse ne donne aucun résultat; d'autre part, l'acide taririque tétrabromé $C^{18}H^{32}Br^4O^2$, corps cristallisé fort bien défini, perd bien son brome sous l'influence de l'amalgame de sodium, mais sans donner naissance à l'acide stéarique.

» Il n'en est pas de même quand on fait réagir, dans des conditions déterminées, l'acide iodhydrique; l'hydrogénation se produit, en effet, en chauffant à 200°-210°, pendant six heures et en tube scellé, 1 partie d'acide taririque ou d'acide stéaroléique, avec 10 parties d'acide iodhydrique fumant et un peu de phosphore amorphe.

» C'est ainsi que 90^{gr} d'acide taririque, traités comme il vient d'être dit, ont donné à peu près le même poids d'un mélange d'acides gras fondant à 57° (l'acide taririque fond à 50°,5).

» Dès une seconde cristallisation du produit brut dans l'alcool à 95° bouillant, on obtient 50^{gr} d'acides gras presque blancs et fondant à 66°.

([1]) Arnaud, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 79.

([2]) Overbeck, *Ann. der Chem. u. Pharm.*, t. CXL, p. 49.

Cependant, pour purifier complètement cet acide, il est nécessaire de faire encore plusieurs cristallisations dans l'alcool chaud et finalement on obtient un acide dont le point de fusion reste fixe à 69°, 2 : c'est le point de fusion de l'acide stéarique. Le rendement est de 32gr d'acide gras pur, soit 35 pour 100 de l'acide taririque employé dans la réaction.

» Afin de compléter l'identification de cet acide avec l'acide stéarique, les points de fusion et les solubilités ont été déterminés après chaque cristallisation successive du produit brut.

	Point de fusion.	Solubilité. 100cc contiennent :
	o o	gr
Acides gras bruts...............	56-57	»
Premiers cristaux...............	66	1,120
Deuxièmes »	68,4	0,435
Troisièmes »	68,8	0,320
Quatrièmes »	69	»
Cinquièmes »	69,2	0,317
Sixièmes »	idem	idem

» Ces solubilités ont été déterminées à 16° pour des solutions dans l'alcool à 90°. Les quatrièmes cristaux proviennent d'une solution dans l'alcool à 94° et, dans ce cas, la solubilité a été trouvée égale à 0,520.

» La solubilité devient constante à partir de la quatrième cristallisation, tandis que le point de fusion s'élève progressivement jusqu'à 69°, 2 sans qu'il soit possible d'aller au delà.

» Le sel de potassium de l'acide stéarique dérivé de l'acide taririque a été préparé en traitant une solution alcoolique bouillante de l'acide par un léger excès de potasse : par refroidissement, le sel cristallise en fines aiguilles, qui ont été purifiées par une nouvelle cristallisation dans l'alcool. On a dosé le potassium à l'état de sulfate :

		Calculé pour $C^{18}H^{35}KO^2$.
Potassium....................	12,04	12,10 pour 100

» Ces résultats établissent la pureté du dérivé en question et son identité avec l'acide stéarique, qui, dans les mêmes conditions, possède les mêmes constantes physiques : point de fusion, solubilité, etc.

» L'acide stéaroléique (1) se comportant comme l'acide taririque et

---

(1) Les observations relatives au dérivé de l'acide stéaroléique ne sont pas consignées ici, mais conduisent à des résultats identiques.

donnant aussi, par hydrogénation, l'acide stéarique, on peut en conclure que l'acide taririque appartient au même groupe oléique-stéarique.

» D'autre part, l'assertion d'Overbeck que l'hydrogène naissant est sans action sur l'acide stéaroléique est inexacte pourvu qu'on ait recours à un hydrogénant puissant, tel que l'acide iodhydrique.

» Ce serait peut-être un procédé à recommander pour préparer de petites quantités d'acide stéarique pur. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence, dans le* Monotropa Hypopithys, *d'un glucoside de l'éther méthylsalicylique et sur le ferment hydrolysant de ce glucoside*. Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. L. Guignard.

« J'ai montré, il y a deux ans ([1]), qu'on peut retirer de l'*éther méthylsalicylique* de plusieurs espèces indigènes de *Polygala* et du *Monotropa Hypopithys*, plante qui vit en parasite sur la racine de certains arbres.

» Mes observations m'avaient amené à penser que cet éther ne préexiste pas dans les plantes qui le fournissent, mais prend naissance durant les manipulations, par exemple quand on écrase les tissus, par suite de l'action d'un ferment soluble sur un glucoside de cet éther.

» Les recherches nouvelles qui font l'objet de cette Note justifient cette manière de voir. Dans le *Monotropa Hypopithys*, en particulier, il existe un glucoside de l'éther méthylsalicylique, ainsi qu'un ferment hydrolysant de ce glucoside. De plus, un tel ferment se rencontre dans toutes les autres plantes qui donnent de l'éther méthylsalicylique.

» Pour séparer le glucoside, il faut opérer de telle sorte que celui-ci ne soit pas mis en contact avec le ferment en présence de l'eau de végétation, sans quoi il serait dédoublé; on y arrive en détruisant tout d'abord le ferment.

» On découpe, ou mieux on casse (le contact du fer colorant le liquide en noir) les tiges de *Monotropa* dans de l'alcool à 95° bouillant. On sépare la solution alcoolique et l'on distille aussitôt. On évapore le résidu en consistance sirupeuse, on le reprend par l'alcool et, dans la solution alcoolique, on ajoute de l'acétate neutre de plomb. On filtre, on chasse l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré et l'on concentre. On reprend le résidu par l'alcool bouillant, on laisse refroidir et l'on précipite par l'éther.

([1]) *Sur la présence de l'éther méthylsalicylique dans quelques plantes indigènes* (*Comptes rendus*, séance du 5 novembre 1894).

» Le précipité, qui se présente sous forme de masse poisseuse, est le glucoside impur. Sa solution aqueuse dévie à gauche le plan de la lumière polarisée.

» Malgré des essais répétés, je n'ai pu, jusqu'ici, obtenir le produit cristallisé; mais la façon dont il se comporte, sous l'influence de l'acide sulfurique étendu, montre que c'est bien là le composé qui, dans le *Monotropa,* fournit l'éther méthylsalicylique.

» Si, en effet, on fait bouillir une solution aqueuse du glucoside, additionnée de 2 pour 100 d'acide sulfurique, il se dégage de l'éther méthylsalicylique qui peut être caractérisé à l'aide des réactifs connus.

» Cette démonstration se trouve complétée, d'ailleurs, par les recherches que j'ai faites par la suite pour m'assurer si les plantes fournissant de l'éther méthylsalicylique renferment un ferment du glucoside du *Monotropa*.

» Je me suis adressé aux espèces suivantes : *Spiræa Ulmaria* et *Filipendula* (racine), *Gaultheria procumbens* (feuilles et baies), *Polygala Senega* (racine), *Betula lenta* (écorce). Les parties qui, dans ces plantes, donnent l'éther méthylsalicylique, ont été pulvérisées, puis épuisées complètement par l'alcool à 90° froid et enfin desséchées. $0^{gr},10$ à $0^{gr},20$ des poudres ainsi obtenues ont été ajoutés à la solution aqueuse du glucoside retiré du *Monotropa*. Dans tous les cas, il y a eu décomposition de ce produit et formation d'éther méthylsalicylique.

» Toutes les parties des plantes ci-dessus désignées renferment donc un ferment hydrolysant du glucoside du *Monotropa*.

» J'ajouterai que les pétales des *Azalea,* ainsi que la racine du *Spiræa salicifolia* en renferment également, tandis qu'il n'y en a pas dans l'écorce du *Betula alba*.

» Ces faits présentent une grande analogie avec ceux qui ont été signalés en 1844 par Procter [1] dans ses recherches sur l'écorce du *Betula lenta*. Ce chimiste a, en effet, établi que cette écorce renferme, à la fois, un glucoside de l'éther méthylsalicylique, glucoside qu'il a appelé *gaulthérine,* et un ferment soluble de ce glucoside. Il n'avait pu isoler ce glucoside qu'à l'état amorphe, mais récemment Schneegans et Gerock ont réussi à l'obtenir à l'état cristallisé [2].

---

(1) *Observations on the volatile oil of* Betula lenta, *etc.* (*The American Journal of Pharmacy,* t. XV, p. 241; janvier 1844).

(2) *Ueber Gaultherin ein neues Glykosid aus* Betula lenta *L.* (*Arch. de Pharmacie,* p. 437; 1894).

» J'ai tenu à examiner cette analogie de plus près. N'ayant pas de gaulthérine à ma disposition, j'ai opéré de la façon suivante :

» De l'écorce de *Betula lenta* a été pulvérisée, épuisée par de l'alcool à 90° et desséchée. La solution alcoolique a été ensuite évaporée au bain-marie et reprise par l'eau. J'avais ainsi une solution impure de gaulthérine.

» Cette solution m'a servi à faire des essais avec tous les produits qui, dans les expériences rapportées plus haut, avaient dédoublé le glucoside du *Monotropa*. Dans tous les cas, il y a eu formation d'éther méthylsalicylique et par conséquent aussi dédoublement.

» En résumé, il ressort de tous ces faits : 1° qu'un même ferment hydrolysant de la gaulthérine existe dans les racines de *Spiræa Ulmaria*, *Filipendula* et *salicifolia*, dans la racine de *Polygala*, dans l'écorce de *Betula lenta*, dans les feuilles et les fruits du *Gaultheria procumbens* et enfin dans les pétales d'*Azalea;* 2° qu'il existe dans le *Monotropa Hypopithys* un glucoside qui est hydrolysé par ce ferment et qui est par conséquent probablement identique à la gaulthérine.

» Ajoutons enfin que ce ferment est bien un ferment particulier, car ni la gaulthérine ni le glucoside du *Monotropa* ne sont hydrolysés par les ferments actuellement connus et, de plus, le ferment qui agit sur ces glucosides n'exerce aucune action sur les autres.

» Dans un article récent ([1]), Schneegans donne au ferment de Procter, qui n'avait été trouvé jusqu'ici que dans l'écorce de *Betula lenta,* le nom de *bétulase*. Le nom de *gaulthérase*, rappelant la substance sur laquelle il agit, nom formé en se conformant aux principes de la nomenclature de M. Duclaux, me paraît préférable. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le maïs*. Note de M. **Balland**.

« 1. On ne rencontre guère, sur le marché de Paris, que des maïs de Bourgogne, des Charentes, des Landes, des États-Unis, de la République Argentine, de la Russie et de la Roumanie (maïs du Danube). Ces produits se rattachent à de nombreuses variétés qui diffèrent par le poids des grains, leur forme et leur nuance (blanc, jaune, rouge ou bigarrée), mais présentent une composition chimique assez uniforme. Les maïs *cinquantini*

([1]) *Zur Kenntniss der ungeformten Fermente* (*Journ. de Pharm. von Elsass-Lothringen,* p. 17; 1896.

du Danube contiennent les plus petits grains (11gr,3 pour 100 grains), et c'est dans le maïs de Ruffec que l'on a trouvé les plus gros (47gr,6 pour 100 grains). Les plus gros maïs d'Amérique ne viennent qu'après (42gr,4 pour 100 grains).

» 2. Le Tableau qui est l'exposé sommaire des résultats que nous avons obtenus prouve que le maïs renferme autant d'azote et de cendres phosphatées que la moyenne des blés français et trois à quatre fois plus de matières grasses. Le maïs est donc, à ce dernier titre, un aliment plus complet que le blé ; et l'emploi qui en est fait, en maintes régions, pour la nourriture de l'homme ou des animaux est très justifié.

	Maïs indigènes.		Maïs exotiques.	
	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.
Eau	12,20	14,40	10,00	12,90
Matières azotées	8,10	9,67	8,90	11,10
» grasses	4,25	5,50	3,35	5,00
» sucrées et amylacées	68,66	71,32	68,76	72,84
Cellulose	1,38	2,04	1,38	2,26
Cendres	0,94	1,68	0,92	1,46

Les matières sucrées oscillent entre 0gr,70 et 1gr,25 pour 100 et l'acidité entre 0gr,047 et 0gr,060 pour 100.

» 3. En Bresse, les épis, dépouillés de leurs feuilles après dessiccation à l'air libre, présentent environ 47gr de rafle (épi sans tige, égrené) pour 100gr de grains, et 100gr de grains donnent approximativement :

Enveloppe extérieure (péricarpe et épiderme)	12,4
Amande farineuse (albumen)	74,1
Germes (embryon)	13,5

» Le blé ne contenant que 1gr,43 de germes pour 100gr de grains (Aimé Girard), le poids du germe est donc près de dix fois plus élevé dans le grain de maïs que dans le grain de blé. Le poids de l'enveloppe est, au contraire, un peu plus faible.

» 4. On compte 40 germes de maïs par gramme; pour le même poids, il faudrait, d'après M. Aimé Girard, 1200 à 1300 grains de blé. La composition de ces germes diffère essentiellement : il y a un peu plus de matières minérales (phosphates), trois fois plus de matières grasses et trois fois moins d'azote dans les germes du maïs que dans les germes du blé. Contrairement à ce qui existe dans le blé où l'enveloppe est relativement riche

en matières grasses, presque toute l'huile du grain de maïs se trouve localisée dans l'embryon.

COMPOSITIONS DE L'AMANDE FARINEUSE, DU GERME, DE L'ENVELOPPE EXTÉRIEURE ET DE LA RAFLE DE MAÏS.

Amande farineuse.

Eau	12,10
Matières azotées	7,50
Matières grasses	0,95
Matières sucrées et amylacées	78,50
Cellulose	0,35
Cendres	0,60
	100,00

	Germes.	Enveloppe extérieure.	Rafle.
Eau	7,20	9,80	10,10
Matières azotées	14,22	7,40	1,76
Matières grasses	36,98	2,10	0,34
Matières extractives	32,45	69,25	58,54
Cellulose	1,85	10,15	28,52
Cendres	7,30	1,30	0,74
	100,00	100,00	100,00

» Les matières extractives comprennent le tannin, les matières colorantes et les produits cellulosiques qui ne résistent pas à l'action de l'acide chlorhydrique dilué employé au dosage de la cellulose. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les zéolithes et la substitution de diverses substances à l'eau qu'elles contiennent.* Note de M. **Georges Friedel**, présentée par M. C. Friedel.

« Dans une première Note (1) nous avons montré que l'eau des zéolithes peut être chassée sans destruction du réseau cristallin et qu'elle peut être reprise avec énergie ou remplacé par du gaz ammoniac.

» L'*hydrogène sulfuré* est également absorbé avec une extrême énergie par la chabasie et l'harmotome déshydratées, qui en condensent un poids *plus élevé* que celui de l'eau perdue. L'harmotome, ayant perdu 9,71 pour 100 d'eau par calcination, a absorbé jusqu'à 10,50 pour 100 d'hydro-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 948.

gène sulfuré en cent-dix heures. Pour la chabasie, l'absorption est infiniment plus rapide. A l'air libre, il y a perte d'hydrogène sulfuré et reprise de l'eau jusqu'à retour aux conditions primitives.

» L'*anhydride carbonique* se comporte de même vis-à-vis des deux mêmes espèces, seules expérimentées jusqu'ici. Il en est de même de l'*alcool éthylique,* absorbé lentement mais abondamment.

» L'*hydrogène* est également condensé par elles, très rapidement, mais aussi perdu assez rapidement pour que des pesées exactes deviennent impossibles.

» Enfin, l'*air atmosphérique* lui-même est absorbé par les zéolithes déshydratées, assez abondamment pour fausser tous les dosages d'eau faits par simple perte de poids par calcination, du moins si la calcination n'a pas été poussée jusqu'à la fusion.

» La chabasie absorbe aisément, en quelques minutes, lorsqu'on la laisse refroidir au dessiccateur après déshydratation, des quantités d'air atteignant jusqu'à 1,77 pour 100 en poids. Aussi les dosages d'eau exécutés en recueillant l'eau dégagée dans des tubes à ponce sulfurique donnent-ils toujours un poids d'eau supérieur à la perte de poids apparente du minéral. Il y a là, vraisemblablement, l'explication de la prétendue *eau fixe* des zéolithes, qui ne pourrait être éliminée que par une calcination poussée jusqu'à destruction complète du réseau. Tant que le minéral n'est pas détruit, il reprend de l'air en refroidissant, et le poids apparent n'atteint son minimum que lorsque la fusion (ou tout au moins la calcination à très haute température) a complètement détruit le réseau cristallin. Quoi qu'il en soit, l'absorption de l'air est aisément mise en évidence en introduisant le minéral déshydraté dans une éprouvette pleine de mercure, puis quelques gouttes d'eau qui font instantanément tomber les cristaux en poussière et en dégagent un grand volume d'air. L'analyse décèle dans cet air l'existence de 8 pour 100 d'oxygène environ : il est donc très appauvri en oxygène.

» Les composés volatils du silicium et la silice elle-même peuvent remplacer l'eau des zéolithes. Le *fluorure de silicium* pur est absorbé en grande quantité par la chabasie partiellement déshydratée. Il est probable que l'eau laissée à dessein dans le minéral décompose le fluorure et précipite de la silice. Mais la calcination expulse de nouveau cette silice sous forme de fluorure de silicium, car la proportion de silice n'est pas augmentée. Il est assez remarquable cependant que ce traitement ne modifie pas l'état cristallin de la substance, qui ne porte pas trace d'attaque et conserve sa biréfringence.

» Le *tétrachlorure de silicium*, dont la molécule est excessivement pesante, est absorbé très lentement par la chabasie partiellement déshydratée, et y laisse, après calcination, un excès de silice, toujours sans que les cristaux soient détruits en aucune façon. Mais cet excès est faible (il n'a atteint que 0,29 pour 100 dans deux essais successifs).

» L'absorption de la silice est plus aisée à mettre en évidence au moyen du *silicate de soude*. Plongés dans une solution concentrée de silicate alcalin, les cristaux de chabasie déshydratés y restent entiers au lieu de se pulvériser comme ils font dans l'eau pure, dégagent leur air bulle à bulle et se saturent lentement d'eau et de silicate alcalin. Un lavage prolongé à l'eau expulse peu à peu le silicate. En lavant abondamment, mais assez peu de temps pour ne pas enlever tout le silicate, on a constaté un accroissement de 2,28 pour 100 dans la teneur en silice du minéral.

» On voit que la silice peut jouer dans les zéolithes, au moins pour partie, le même rôle que l'eau, c'est-à-dire exister dans ces silicates à l'état de molécule saturée parfaitement indépendante de la molécule principale qui détermine la forme cristalline.

» L'eau et les diverses substances citées ci-dessus, de même que les excès de silice ou de silicate alcalin introduits dans le minéral, paraissent imprégner simplement le réseau comme une éponge et n'être en proportions définies que parce que les molécules constitutives du réseau laissent entre elles un espace déterminé capable de loger un nombre restreint de molécules. Divers indices me conduisent à penser que cela n'a pas lieu seulement dans les zéolithes, mais aussi dans beaucoup d'autres silicates et tout particulièrement pour l'excès de silice qui, de l'anorthite à l'albite, s'ajoute à la formule du premier de ces minéraux, presque sans modifier la forme cristalline.

» Quoi qu'il en soit, en présence des faits qui viennent d'être cités, on voit combien il est prématuré, et probablement inexact, de chercher à faire entrer tous les éléments que l'analyse révèle dans un silicate, dans une formule de constitution à liaisons atomiques, analogue à celles de la Chimie organique.

» L'eau des zéolithes et les nombreuses substances qui peuvent la remplacer ne sont pas liées à la molécule fondamentale du réseau par des valences atomiques, ni même par une affinité de même nature que celle qui lie entre eux les deux composants d'un sel double ou l'eau et le sel d'un hydrate salin. La liaison est d'une nature particulière, elle paraît due à la même cause qui groupe les molécules en un réseau cristallin : elle se rapproche de la cohésion physique. Il n'est pas inutile de remarquer, à ce

sujet, que les silicates n'existent, comme composés définis, qu'à l'état cristallisé, ce qui établit bien un lien étroit entre les deux ordres de phénomènes réputés, l'un affinité chimique, l'autre cohésion physique. Il est probable que les silicates renferment souvent des molécules saturées réunies entre elles par des liaisons de ce genre. On l'admet aisément pour l'eau, à cause de son élimination facile par calcination; mais on a vu que d'autres molécules, et notamment la silice, peuvent jouer le même rôle.

» Dans une dernière série d'expériences, j'ai pu colorer les zéolithes, chabasie, harmotome, heulandite, mésotype, analcime, en leur faisant absorber, après déshydratation, des solutions colorées de toutes natures, minérales ou organiques. On obtient aisément des cristaux entiers et intacts de chabasie ou d'harmotome uniformément colorés jusqu'au centre, en portant ces minéraux pendant quelques instants aux environs de 100°, pour ne leur faire perdre qu'une faible proportion d'eau, afin d'éviter la fragmentation lors de la reprise de l'eau, et en les plongeant après refroidissement dans une solution colorée. La coloration est immédiate; sans déshydratation, la couleur ne pénètre pas. Lavés à l'eau pure, pendant un temps assez long, les cristaux finissent par se décolorer. Pour la mésotype, la décoloration est très rapide. Quant à l'analcime, elle se comporte comme on pouvait le prévoir d'après ce qui a été dit au sujet de l'absorption de l'eau et de l'ammoniaque; à froid, après déshydratation, elle ne se colore absolument pas. Si l'on porte la solution à l'ébullition, le minéral se colore. Lavé à l'eau froide ensuite, il ne perd rien de sa couleur, mais se décolore dans l'eau à l'ébullition. Les échanges, ici encore, ne se font qu'à une température voisine de 100° et non à froid.

» Dans aucun des cas, on n'a pu observer la moindre trace de polychroïsme. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides des grands fonds du golfe de Gascogne.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les dragages effectués par le *Caudan*, dans le courant du mois d'avril 1895 (*Comptes rendus*, séance du 7 octobre 1895), ont permis de recueillir une assez grande quantité d'Annélides, appartenant à une cinquantaine d'espèces. Sauf huit ou dix, tous ces types sont déjà connus, d'après les résultats fournis par des investigations antérieures et accomplies, soit dans la même région, soit dans d'autres parties du globe. Aussi, l'originalité des

récoltes du *Caudan* ne consiste point tant dans la connaissance même de ces formes spécifiques, que dans leur répartition suivant les profondeurs, suivant la nature des fonds, et dans leur distribution géographique.

» Sur les deux premiers sujets, les zones explorées peuvent se ramener, avec une précision suffisante, à trois principales : le plateau côtier, souvent fort vaste par places, d'une profondeur moyenne de 100^m à 200^m, qui s'étend au large du littoral français et du littoral espagnol; les pentes abruptes, qui limitent ce plateau au large et descendent dans les grands fonds; enfin, ces derniers fonds eux-mêmes, dont les localités examinées mesuraient de 1000^m à 2000^m de profondeur.

» Le plateau côtier est occupé par une vase souvent grossière, sableuse. L'Annélide qui domine, à la fois par le nombre des individus et par sa vaste répartition, est la *Ditrupa arietina,* bien reconnaissable à sa loge calcaire, libre, semblable à celle d'un Dentale; les cartes marines désignent les tubes de cette espèce par le terme de *pointes d'alène,* et se servent d'eux pour indiquer la nature des fonds. Un autre groupe, celui des *Chœtoptérides,* contribue également à caractériser cette zone; il y est représenté par ses principaux genres; les tubes, longs et minces, de ces êtres sont souvent enlacés en touffes. Les *Serpulides* fixées sont également nombreuses, et notamment celles du genre *Placostegus*. Il est à remarquer que la plupart des espèces, établies sur ce plateau, lui sont particulières et manquent aux régions littorales strictes, de profondeur moindre; les types communs à ces deux zones sont en moindre quantité que les deux autres.

» Les pentes très escarpées et rapides, qui s'inclinent vers les grands fonds, paraissent garnies d'abondants et volumineux récifs de polypiers, appartenant aux genres *Lophohelia* et *Amphihelia*. Les seuls Annélides obtenus par les dragages sont ceux qui vivent sur ces massifs et, parmi eux, prédomine de beaucoup une *Eunice* de grande taille, dont l'extension géographique est considérable, car elle a été signalée par plusieurs auteurs sous divers noms. Le *Blake* l'a recueillie dans le golfe du Mexique, sur les côtes des États-Unis, mais à des profondeurs souvent moindres et avec une taille quelque peu plus petite; le *Travailleur* l'a également récoltée dans le golfe de Gascogne même. Elle habite souvent des galeries creusées dans le calcaire des polypiers, et revêtues par elle d'une mince membrane parcheminée.

» Les grands fonds se laissent surtout remarquer par leur pauvreté en Annélides; les espèces sont encore en quantité assez grande, mais les individus, ramenés par la drague, se trouvent peu abondants. Presque toutes

les formes de cette zone lui sont propres; elles entrent dans plusieurs familles diverses, mais les plus nombreuses appartiennent aux *Térébellidés*, aux *Sabellidés* ou aux groupes satellites de ces derniers. D'après les récoltes obtenues, une seule espèce, la *Sabella pavonina*, est commune à cette région abyssale et à la faune côtière; encore les représentants des grandes profondeurs sont-ils plus petits que les autres.

» En ce qui concerne la situation géographique, la plupart des types d'Annélides du golfe de Gascogne, aussi bien ceux du plateau côtier que ceux des fonds plus considérables, ont été recueillis en divers points de la moitié septentrionale de l'océan Pacifique ou des mers qui en dépendent. Beaucoup d'entre eux ont été obtenus, soit par Langheraus, soit par le *Challenger*, dans les parages des Açores et de Madère; d'autres se retrouvent sur les côtes des États-Unis et dans la mer des Antilles; d'autres enfin ont été récoltées en des lieux plus voisins du pôle, par les expéditions norwégiennes. Mais les affinités de cette faune du golfe de Gascogne ne se bornent point là. Un certain nombre de ses espèces n'avaient encore été signalées, jusqu'ici, que dans la partie méridionale de l'océan Atlantique; telle est la *Pista mirabilis* des grandes profondeurs; tel est encore un *Hemipodus* nouveau, les autres formes de ce genre n'étant connues que d'après des échantillons ramassés sur les côtes de la Patagonie et des contrées avoisinantes. Les ressemblances de cette association d'Annélides avec sa similaire de la Méditerranée sont, de leur côté, fort grandes. Beaucoup des espèces du plateau côtier se retrouvent également dans cette dernière mer; la concordance est surtout frappante en ce qui concerne les *Chétoptéridés* et les *Serpulidés*. Cette identité paraît moindre au sujet des espèces établies dans les profondeurs abyssales; cependant une de celles-ci, la *Tyrrhena Claparedii*, est aussi dans la Méditerranée, mais plus près des zones littorales.

» Les notions ainsi données par les Annélides conduisent à des conclusions semblables à celles que fournissent les études similaires faites sur d'autres groupes d'animaux. Les régions côtières du golfe de Gascogne montrent, à côté d'espèces douées d'un habitat assez étendu, d'autres formes qui leur sont spéciales, et qui leur procurent, à l'égard de la faune, une certaine originalité. Ce caractère s'atténue au sujet des zones plus profondes, dont les conditions de milieu sont moins variées et plus constantes: les êtres qui les habitent ont, dans leur ensemble, une distribution zoologique plus vaste, et leur association, se trouvant moins localisée,

existe, avec des particularités presque identiques, dans nombre d'autres lieux. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la cause première de la maladie de la gale de la Pomme de terre (Potato Scab des Américains).* Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« J'ai déjà eu l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie des Sciences sur cette maladie (¹). Les savants qui l'ont étudiée, aux États-Unis, ne sont pas d'accord sur les parasites qui la produisent : le Dr Thaxter l'attribue à une Mucédinée qu'il a désignée sous le nom d'*Oospora Scabies;* le Dr Bolley à un *Bacterium* qu'il n'a pas nommé spécifiquement, mais qui lui paraît surtout produire les petites cavités plus profondes (*deep scab*) des érosions pustuliformes dont sont couverts les tubercules au moment de la récolte.

» Ayant eu à ma disposition quelques Pommes de terre de la variété *Merveille d'Amérique,* attaquées par cette singulière maladie, qui ne se développe, en fait, qu'à la surface des tubercules, je ne tardai pas à reconnaître, à la suite de mes premières recherches, que le seul moyen d'étudier cette altération, c'était d'en suivre le cours et d'assister en particulier à son origine.

» Comme il avait été déjà établi, aux États-Unis, qu'un tubercule mère galeux communiquait dans le sol la maladie aux tubercules de nouvelle formation, je remplis de terreau deux pots, reposant sur des soucoupes remplies d'eau pour maintenir humide cette culture, et je plantai dans chacun de ces pots un tubercule galeux avec sept à huit petits tubercules de la variété de primeur *Marjolin,* parfaitement sains, qui avaient été récoltés depuis peu. J'espérais ainsi obtenir un résultat pareil à celui qui avait été observé dans les cultures américaines, c'est-à-dire la contamination des jeunes tubercules sains par l'ancien tubercule malade. Je réussis, en effet.

» En faisant, au bout d'un mois environ, l'inspection de ces Pommes de terre *Marjolin,* je m'aperçus que leur surface présentait çà et là de petites taches brunâtres; sous certaines de ces taches, je remarquai à

(¹) *Comptes rendus,* séances des 2 et 23 mars 1896.

première vue de petites excroissances blanchâtres qui soulevaient l'épiderme bruni et qui, étudiées avec les grossissements nécessaires, se montraient constituées par un ou deux mycéliums de Mucédinées très touffus, dans lesquels je n'ai pu reconnaître l'*Oospora Scabies* Thaxter, et qui m'ont plutôt semblé appartenir à des espèces différentes, suivant les diverses excroissances examinées. Sous ces mycéliums naissants, les cellules de la première couche du parenchyme étaient en grande partie ramollies et une ou deux espèces plus ou moins mobiles de *Bacterium* apparaissaient dans les préparations. Ces constatations répondaient assez bien, dans tous les cas, à celles qui avaient été faites par les observateurs américains, pour établir que ces Mucédinées et Bactéries devaient effectivement concourir à produire, par la suite de leur développement, les futures petites cavités pustuliformes qui sont les résultats de cette maladie.

» Mais, en examinant soigneusement à la loupe la surface de mes tubercules de *Marjolin* ainsi attaqués, je reconnus que l'épiderme était parsemé de plus petites taches, d'un brun plus pâle, qui commençaient par être ponctiformes et qui, graduellement, s'élargissaient insensiblement pour donner naissance aux petites excroissances verruqueuses que j'avais primitivement étudiées. Observées au microscope, ces très petites taches brunissantes se montrèrent constituées par des cellules épidermiques plus ou moins mortifiées et contenant dans leur intérieur, en quantité peu abondante, d'extrêmement petites cellules d'un *Micrococcus* qui ne se distinguaient pas toujours facilement des matières protéiques, coagulées dans les cellules de l'épiderme.

» Je n'ai pu les voir plus distinctement que lorsqu'elles se montraient dans leur mucus transparent, qui adhérait aux lambeaux des parois cellulaires déchirées. A l'aide de très forts grossissements et d'une coloration en bleu par le vert de méthyle, ce *Micrococcus* m'a paru avoir un contour à peu près sphérique et un diamètre d'environ $\frac{6}{10}$ de μ, c'est-à-dire un peu plus de $\frac{1}{2}$ millième de millimètre. J'en ai constaté la présence dans d'autres cellules épidermiques mortifiées provenant de taches un peu plus visibles, et parfois aussi au milieu des mycéliums de *Mucédinées* qui envahissaient ces cellules mortes, mais qui ne se trouvaient pas encore dans les taches ponctiformes de première origine. Je remarquai également que l'épiderme soulevé par les excroissances verruqueuses présentait toujours les cellules brunâtres et mortifiées par le *Micrococcus*. J'ai été conduit, par suite, à considérer ce *Micrococcus* comme devant être la cause première de la maladie,

en servant pour ainsi dire d'introducteur aux autres parasites, qui vont profiter du substratum favorable qu'il leur a tout d'abord préparé. Je crois, en effet, que la première pénétration de l'épiderme est une faculté spéciale qui me paraît être réservée ici au *Micrococcus*.

L'action vitale de ce nouveau *Micrococcus* se manifeste de telle façon qu'il semble ne pouvoir se multiplier sur les tubercules qu'exclusivement aux dépens de leur épiderme ou de leur peau, dont il mortifie les cellules : je crois donc qu'il pourrait être, pour cette raison, appelé *Micrococcus pellucidus*. C'est lui qui, d'après les observations américaines, me paraît devoir être également doué de cette existence latente qui lui permet, non seulement de se conserver sur les Pommes de terre malades retirées du sol, mais dans ce sol même.

» Cependant MM. Thaxter et Bolley ont réussi à inoculer leur *Oospora Scabies* et leur *Bacterium* à des tubercules sains, et ce résultat pouvait être considéré comme une sorte de preuve du rôle initial attribué à ces parasites dans la production de la maladie. L'expérience suivante me semble pouvoir expliquer la réussite de cette inoculation. Des tubercules de la variété *Victor*, qui avaient été imprégnés sur et sous l'épiderme de spores de *Fusisporium Solani*, ne furent pas d'abord envahis par cette Mucédinée. Quelques cellules de *Micrococcus albidus*, qui avaient dû se trouver mêlées à ces spores, pénétrèrent les premières dans les tubercules en expérience, se multiplièrent au point d'y former des colonies très visibles, et le *Fusisporium* ne se développa lui-même qu'ultérieurement.

» Je suis, par suite, porté à croire que les savants américains ont dû profiter, sans s'en douter, du concours de l'imperceptible *Micrococcus pellucidus*, qui a facilité les premiers développements des Mucédinées et des Bactéries, dont l'action nocive s'ajoute ici à celle du *Micrococcus* pour produire la maladie de la Gale de la Pomme de terre. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des éruptions ophitiques de l'Algérie.* Note de M. L. Gentil, présentée par M. Albert Gaudry.

» Les roches ophitiques de l'Algérie offrent un intérêt remarquable au point de vue de leur âge géologique. Elles sont, en effet, considérées par les géologues algériens comme ayant apparu à l'époque tertiaire ou même à l'époque quaternaire, d'où le contraste qu'elles présentent avec les roches similaires des Pyrénées considérées comme triasiques.

» MM. Curie et Flamand ont réuni, dans un travail assez récent (¹), les notions d'âge recueillies en divers points du Tell et des Hauts-Plateaux sur les gisements de cette nature et, s'appuyant sur le fait observé à Noïsy-les-Bains (Aïn-Nouïssy), de la pénétration et du métamorphisme du Pliocène inférieur par des filons ophitiques, ils ont admis l'âge pliocène supérieur ou même quaternaire de toutes ou plusieurs de ces éruptions.

» Les études que j'ai entreprises dans la région volcanique de la Tafna (Oran) ont appelé mon attention sur quelques pointements de ces roches vertes.

» De mes premières recherches il résulte que les éruptions ophitiques de l'Algérie, ou au moins plusieurs d'entre elles, sont d'âge miocène.

» Mes observations ont porté non seulement sur les gîtes de la Tafna où j'ai pu recueillir des données assez précises, mais encore sur le gîte de Noïsy-les-Bains dont l'âge post-pliocène m'a paru suspect.

» Une limite supérieure de l'âge des ophites de la Tafna est nettement indiquée par le gîte de la plâtrière de Rachgoun. Des filons ophitiques se montrent, en cet endroit, accompagnés d'une masse importante de gypse métamorphique. Ils sont recouverts par le calcaire blanc à polypiers dont l'âge miocène supérieur est établi (²). Au contact de ce dyke ophito-gypseux on observe, de bas en haut, la succession suivante :

» 1° Argiles schisteuses et grès de l'*Éocène ligurien;*
» 2° Conglomérats rouges *oligocènes* (?);
» 3° Poudingue et alternances argilo-gréseuses de l'*Helvétien;*
» 4° Calcaire blanc coralligène du *Sahélien.*

» La postériorité de l'éruption par rapport aux deux étages inférieurs est de toute évidence : on observe de véritables filons de gypse dans les marnes liguriennes et la masse gypseuse a entraîné avec elle de nombreux blocs du conglomérat oligocène (?). Quant à sa relation avec l'Helvétien, elle est assez obscure. Il semble cependant que le dyke ophito-gypseux soit postérieur à cet étage, mais je ne puis être absolument affirmatif sur ce point.

» Enfin, l'antériorité du dyke par rapport à l'étage sahélien est très nette; j'ai observé de petits cailloux roulés d'ophite empâtés dans le calcaire à polypiers.

(¹) *Étude succincte des roches éruptives de l'Algérie.* Alger; 1889.
(²) L. Gentil, *Sur le bassin tertiaire de la vallée inférieure de la Tafna* (*Comptes rendus,* 30 mars 1896).

» Le gîte de Sidi-Safi, situé un peu plus à l'est, montre, avec plus d'évidence encore, l'âge anté-sahélien du filon ophitique qu'on y trouve, par suite de l'abondance des morceaux de cette roche nettement roulés et enclavés dans le calcaire coralligène, à côté de fossiles miocènes.

» Le gisement d'Ain-Nouïssy (Oran) *est antérieur* aux grès pliocènes du plateau de Mostaganem. Ces grès s'étendent sur le dyke ophito-gypseux et les assises les plus inférieures de cette formation renferment des blocs de la roche éruptive, parfois assez gros, et complètement roulés. J'ai trouvé de ces galets empâtés avec des fossiles. Le gisement dont il s'agit offre une indication non moins précieuse au point de vue de la limite inférieure de son âge. L'ophite et les gypses métamorphiques, en effet, ont traversé des couches argileuses figurées dans l'Helvétien sur la Carte géologique générale de l'Algérie, mais que je crois devoir rapporter au Miocène inférieur ou Cartennien. J'ai observé la disposition filonienne du gypse dans ces argiles marneuses qui ont été métamorphisées au contact et montrent, de ce fait, le développement in situ de nombreux petits cristaux de sulfate de chaux hydraté.

» Ces argiles miocènes sont recouvertes, au sud du dyke, par des marnes blanches avec tripoli et silex ménilite qui représentent le Sahélien d'Oran; mais je n'ai pu trouver aucun indice de la relation de l'ophite avec ces couches du Miocène supérieur.

» Ainsi, l'antériorité des éruptions ophitiques par rapport au Pliocène à Noïsy-les-Bains d'une part, par rapport au Sahélien dans la Tafna d'autre part, me paraît indiscutable. Mais l'âge tertiaire de ces éruptions pourra être contesté en s'appuyant sur la nature même de mes observations qui, je dois l'avouer, portent quelquefois sur les gypses métamorphiques plutôt que sur les ophites qu'ils accompagnent. Il suffirait en effet d'admettre que le gypse est postérieur à l'ophite, pour mettre en doute l'âge récent de ces roches intrusives.

» Je crois fermement à la contemporanéité de l'ophite et du gypse et je puis signaler, au point de vue de l'âge tertiaire des roches de cette nature, le fait suivant :

» Des filons de roches ophitiques dépourvues de gypse ont été découverts par M. Vélain près du cap Noe, sur le littoral du massif des Traras. La coupe figurée par le savant professeur, en ce qui concerne le filon de l'Oued Agla (O. Antar de l'auteur), montre que ce filon a traversé des schistes que l'auteur rapporte aux schistes anciens d'Oran.

» Or voici ce que j'ai observé : ces schistes, *nettement pénétrés* par la

roche intrusive, sont constitués par des argiles du *Miocène cartennien* modifiés par la compression de calcaires liasiques qui constituent, dans cette région, des lambeaux de recouvrement remarquables. L'âge de ces argiles ainsi dynamométamorphisées est d'ailleurs indiscutable par suite de la présence de fossiles du Miocène inférieur.

» CONCLUSION. — *Il existe en Algérie, dans la région littorale de la province d'Oran, des ophites d'âge miocène.*

» L'apparition de ces roches intrusives est comprises entre le Cartennien et le calcaire à polypiers de la Tafna, qui représente l'assise supérieure du Sahélien d'Oran. Les limites d'âge de ces éruptions seront peut-être resserrées à la suite de recherches ultérieures. C'est ainsi que j'ai des raisons de supposer que, dans la Tafna, les argiles à *Ostrea crassissima* sont antérieures aux venues ophitiques qui seraient ainsi reléguées, soit dans l'Helvétien supérieur, soit dans le Sahélien inférieur; mais je ne possède aucune observation précise qui me permette d'affirmer le fait.

» Quant au gîte de la ferme Chabert (Beni-Saf) considéré comme ayant traversé l'Helvétien, je dois avouer qu'il y a lieu de revenir sur cette constatation; je crois devoir, en effet, classer les couches ferrugineuses qu'on observe en cet endroit, dans l'Oligocène (?).

» Enfin, je ne veux rien préjuger des gisements ophitiques de l'Algérie que je n'ai pas visités : il est possible qu'il y en ait de plusieurs âges; mais il est probable que ces phénomènes éruptifs n'ont pas atteint l'époque quaternaire, ainsi qu'il était admis par les géologues algériens. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un procédé de photographie de la rétine.* Note de **V. Guinkoff.**

« Il y a quelque temps déjà, en m'occupant des maladies des yeux, je fus frappé des avantages qu'offrirait, pour l'observation clinique et pour l'étude de la région rétinienne en général, la possibilité d'en fixer l'image au moyen de la photographie. Ne pourrait-on pas photographier la rétine? et de quelle manière? Tel est le problème que je me suis posé.

» Pour photographier un objet quelconque, il faut deux choses : 1° un appareil photographique; 2° cet objet, convenablement éclairé.

» L'appareil est un appareil photographique ordinaire; quant à l'objet, la rétine dans notre cas, nous pouvons bien l'éclairer par la méthode ophtalmoscopique due à Helmholtz, mais il nous est impossible d'en fixer

l'image sur la plaque photographique. Tout revient donc à trouver un moyen d'éclairage approprié, qui nous permette d'amener l'image de la rétine sur la plaque sensible.

» Après de nombreux essais, je suis parvenu à construire un appareil avec lequel j'ai pu prendre divers clichés de la rétine. Parmi ceux-ci, ceux que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été pris par l'auteur sur la rétine de son œil gauche. Un examen, même superficiel, montrera les résultats très satisfaisants auxquels je suis arrivé. La papille, la macula, les vaisseaux visibles à l'ophtalmoscope sont très nettement reproduits. Je compte apporter très prochainement certaines améliorations à mon appareil, notamment en ce qui concerne l'augmentation du champ d'éclairage, ce qui me permettra de prendre d'un coup la presque totalité du fond de l'œil, mais il m'aurait déjà été possible d'arriver à de meilleurs résultats, si j'avais pu disposer d'appareils photographiques perfectionnés, sans parler de l'habileté professionnelle qui me fait défaut dans une certaine mesure.

» Je me permets de faire observer les avantages que peut avoir ma méthode au point de vue clinique. Non seulement il est possible de fixer l'image de la rétine dans un temps très court, la pose moyenne étant de deux secondes environ, mais encore l'appareil peut servir comme ophtalmoscope, car il est facile d'observer la rétine sur l'image projetée sur la plaque dépolie. Cette dernière particularité présente l'avantage que de nombreux observateurs peuvent se rendre compte en même temps des faits observés, alors que les ophtalmoscopes les plus perfectionnés ne permettent qu'à trois observateurs au maximum d'observer en même temps.

» J'observe encore que la fatigue n'est pas supérieure pour le sujet opéré à celle provoquée par l'observation à l'ophtalmoscope, comme j'ai pu m'en rendre compte par les poses que j'ai subies moi-même.

» Il est inutile de rechercher, comme dans la photographie ordinaire, la mise au point de l'appareil. La distance de la plaque sera déterminée d'avance par le pouvoir réfringent de l'œil, qui est connu parfaitement par les moyens ordinaires. Et ce point est à considérer, en raison de la fatigue qu'occasionnerait pour le sujet la mise au point directe. L'appareil étant réglé d'avance, il suffit d'en approcher l'œil à la distance convenable pour qu'on prenne immédiatement le cliché. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Fermentation de l'acide urique par les microrganismes*. Note de M. E. Gérard, présentée par M. Henri Moissan.

« A ma connaissance, on n'a pas encore jusqu'ici signalé la décomposition de l'acide urique par l'action seule des microrganismes. Je me propose, dans cette Note, de communiquer les premiers résultats d'une étude que je poursuis actuellement sur ce sujet.

» Le 10 décembre 1895, j'avais laissé ouvert à l'air un ballon renfermant une solution de 3^{gr} de phosphate disodique et de $0^{gr},50$ d'acide urique pur dans 500^{cc} d'eau. On sait que M. Donath ([1]) a montré que l'acide urique, presque insoluble dans l'eau froide, se dissout dans une solution de phosphate de soude en donnant un urate alcalin.

» Après quatre jours d'exposition à l'air, j'ai remarqué que le liquide était envahi par des microrganismes qui troublaient sa transparence. La liqueur renfermait de l'ammoniaque.

» Le 14 décembre, on fait une nouvelle addition d'acide urique qui reste à l'état insoluble dans le liquide; mais quelques jours après, le 20 décembre, ce dépôt a disparu. La proportion d'ammoniaque à l'état de carbonate est augmentée. Les microrganismes continuent à pulluler et se déposent en zooglies au fond du ballon; ils sont composés par des coccus et des bactéries nombreuses.

» Des cultures sont alors faites sur bouillon peptonisé et sur gélose : on observe toujours les mêmes productions organisées, coccus et bactéries, avec lesquelles on ensemence de nouvelles solutions stérilisées de phosphate disodique et d'acide urique. Le développement des microrganismes se fait assez rapidement à la température de 30° à 32°, et tous les trois ou quatre jours on ajoute une nouvelle proportion d'acide urique. La décomposition de ce dernier composé s'effectue toujours régulièrement et a pu même, dans certaines expériences, se continuer pendant longtemps.

» Nous verrons plus loin que cette production de carbonate d'ammoniaque est très vraisemblablement le résultat de l'action secondaire d'un microrganisme urophage sur l'urée produite dans le dédoublement de l'acide urique.

» Voici comment j'ai été amené à mettre en évidence l'urée dans ces

([1]) *Journ. prakt. Chem.*, 2e série, t. IX, p. 145.

fermentations : dans le but de doser l'ammoniaque formée dans les solutions fermentées, j'ai employé le procédé de Schlœsing qui consiste à distiller le liquide en présence de la potasse et à recueillir les produits distillés dans une solution d'acide sulfurique titré. Mon attention fut alors attirée vers cette particularité que la proportion d'ammoniaque allait en augmentant dans les derniers temps de la distillation. J'ai alors émis l'hypothèse qu'il devait rester en solution un produit de nature azotée se décomposant d'autant plus facilement par la potasse que les liqueurs devenaient plus concentrées par le fait de la distillation. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai évaporé à siccité au bain-marie le liquide d'une fermentation; le résidu a été traité par l'alcool absolu qui a dissous un produit cristallisant en aiguilles et présentant tous les caractères de l'urée. Les dosages de l'ammoniaque antérieurement exécutés étaient donc erronés puisqu'une solution aqueuse d'urée, chauffée en présence de la potasse, de la chaux et même de la magnésie, dégage de l'ammoniaque.

» Quoi qu'il en soit, une phase très intéressante du processus de la fermentation était mise en évidence : l'acide urique se décompose sous l'influence de certains microrganismes en donnant de l'urée et du carbonate d'ammoniaque.

» Me basant sur ce fait acquis, j'ai entrepris de nouvelles fermentations dans lesquelles j'ai pu doser l'urée et le carbonate d'ammoniaque.

» Expérience I. — 7 *mars*. — Ensemencement, avec une trace des cultures sur bouillon peptonisé précédemment obtenues, de la solution suivante :

Phosphate disodique...............	3^{gr}
Acide urique pur..................	$0^{gr},50$
Eau distillée.....................	500^{cc}.

10 *mars*. — Présence très nette de carbonate d'ammoniaque formé.

19 *mars*. — Le carbonate d'ammoniaque est dosé en faisant bouillir 100^{cc} de la solution dans un ballon relié à un aspirateur, faisant traverser le liquide par un courant d'air rapide qui entraîne le carbonate d'ammoniaque et se rend dans une solution d'acide sulfurique titré qui absorbe l'ammoniaque et en fait connaître la quantité par la variation de titre qu'elle éprouve. Dans la liqueur neutre, on dose l'urée. M. Van Tieghem ([1]), dans son Travail sur la fermentation de l'urée, s'est assuré que l'ébullition, avec une petite quantité de carbonate d'ammoniaque, n'altère pas l'urée. Par suite, le liquide, séparé du carbonate d'ammoniaque, est évaporé à siccité et le résidu est épuisé par l'alcool absolu qui dissout l'urée. La proportion de cette dernière est obtenue par évaporation de l'alcool et le poids est contrôlé par le dosage à l'aide de la méthode de Liebig.

» Les résultats sont :

Ammoniaque	$0^{gr},068$
Urée	$0^{gr},250$

» Cette quantité de $0^{gr},250$ d'urée correspond à $0^{gr},142$ d'ammoniaque, soit, au total, $0^{gr},210$ d'ammoniaque.

» Expérience II. — 7 *mars*. — Ensemencement d'une même solution de $0^{gr},50$ d'acide urique pur et de 3^{gr} de phosphate de soude.

» 1er *avril*. — Les dosages de l'urée et de l'ammoniaque donnent les résultats suivants :

Ammoniaque	$0^{gr},051$
Urée	$0^{gr},275$

» Cette quantité de $0^{gr},275$ d'urée correspond à $0^{gr},155$ d'ammoniaque, soit au total $0^{gr},206$ d'ammoniaque.

» En admettant que tout l'azote de la molécule d'acide urique ($C^5H^4Az^4O^3$) soit transformé en ammoniaque, on a théoriquement $0^{gr},208$ d'ammoniaque pour $0^{gr},50$ d'acide urique, mis en expérience, chiffre voisin de ceux que nous avons trouvés.

» Dans une autre expérience, la proportion de carbonate d'ammoniaque produit est encore moins élevée et celle de l'urée est plus abondante.

» Ainsi :

» Expérience III. — Ensemencement, le 26 mars 1896, d'une liqueur renfermant : acide urique, 1^{gr}; phosphate disodique, 6^{gr}; eau distillé, 2^{lit}.

» 6 *avril*. — Dosage de l'urée et de l'ammoniaque :

Urée	$0^{gr},410$
Ammoniaque	$0^{gr},034$

» Ces résultats correspondent à $0^{gr},657$ d'acide urique. Il restait dans le liquide une partie de l'acide urique non transformé à l'état d'urate d'ammoniaque.

» Enfin, dans une autre fermentation, commencée le 28 février 1896 et terminée le 26 mars, on a retiré $1^{gr},313$ d'urée formée aux dépens de 5^{gr} d'acide urique ajoutés par fractions de $0^{gr},50$ tous les deux ou trois jours. Le carbonate d'ammoniaque et l'acide urique non transformé n'ont pas été dosés.

» Il résulte de ces premières expériences que *l'acide urique se decompose, par l'action des microrganismes, en urée et carbonate d'ammoniaque*. Il est très probable que l'urée, principal produit formé, subit ultérieurement l'action d'un microbe urophage pour l'hydrater et donner du carbonate d'ammoniaque. Ce qui semble l'indiquer, c'est la variation dans la quantité des produits de l'action biochimique, variation tenant à des cultures impures.

» Il se pourrait que la décomposition de l'acide urique fût une hydratation de la molécule et qu'il fût possible de démontrer la formation d'acide tartronique. C'est ce que je me propose de rechercher en essayant

en même temps de séparer les différentes productions organisées de cette fermentation pour en faire l'étude morphologique. »

MÉDECINE. — *Recherches sur la sérothérapie de l'infection urinaire* ([1]). Note de MM. **J. Albarran** et **E. Mosny**, présentée par M. Guyon.

« La sérothérapie a été jusqu'ici appliquée à l'homme pour combattre une infection déjà développée; plus rarement on a essayé la vaccination préventive; mais, les chances de contracter la maladie infectieuse étant très sujettes à discussion, ce mode de préservation a été peu employé. Dans aucun cas on n'a essayé, chez l'homme, d'employer le sérum curateur au moment même où l'infection se fait; la simultanéité de l'infection et de l'injection de sérum paraît à peu près irréalisable, parce que nous n'assistons presque jamais au moment précis de l'infection.

» L'infection urinaire a ceci de particulier que, dans un grand nombre de cas, on peut prévoir que telle manœuvre chirurgicale déterminera, presque à coup sûr, chez un individu dont l'infection est localisée dans les voies urinaires, des accidents généraux qui peuvent revêtir un caractère de haute gravité. C'est dire que la sérothérapie pourra être employée dans l'infection urinaire, non seulement pour combattre les accidents déjà développés, mais encore pour empêcher ceux dont on prévoit l'éclosion à peu près certaine.

» Les travaux de l'un de nous, en collaboration avec M. Hallé, ont démontré le rôle prépondérant que joue le coli-bacille dans l'infection urinaire. Quoique d'autres microrganismes puissent déterminer cette infection, on peut dire qu'elle est presque aussi souvent due au *bacterium coli* que la fièvre puerpérale au streptocoque et les angines pseudo-membraneuses au bacille de Lœffler.

» Dans cette première Note, nous exposerons le résultat des expériences concernant la sérothérapie de la septicémie déterminée par le coli-bacille. Nous avons essayé de vacciner des animaux contre le coli, et, en outre, nous avons étudié les propriétés du sérum des animaux vaccinés.

» Vaccination. — Nous avons essayé trois méthodes de vaccination :

» (A). *Vaccination par injection successive de cultures vivantes.* — Cette méthode, déjà employée par d'autres auteurs, est incertaine dans ses résultats : les cultures peu virulentes ne confèrent pas une immunité solide et persistante; les cultures virulentes risquent toujours de tuer l'animal. Les échecs de cette méthode sont parti-

---

([1]) Travail du Laboratoire de M. le professeur Guyon, à l'Hôpital Necker.

culièrement fréquents chez le cobaye, qui est un animal très réceptif. Chez le lapin, dont la réceptivité est moindre, on peut réussir, avec de grandes précautions, à obtenir un certain degré d'immunité; encore provoque-t-on souvent chez les animaux des suppurations viscérales qui demeurent latentes et ne permettent pas d'utiliser à coup sûr leur sérum.

» Chez le chien, la vaccination par des doses croissantes de cultures virulentes détermine une immunité solide. Lorsque l'inoculation est faite sous la peau, on provoque des abcès, parfois très considérables, qui exposent l'animal à des infections secondaires. Nous préférons employer la voie péritonéale, surtout parce que le péritoine du chien est relativement peu sensible à l'action du *B. coli*. C'est ainsi qu'un chien de 8^{kg} a pu supporter jusqu'à 165^{cc} de cultures virulentes tuant le cobaye en douze heures, à la dose de $0^{cc},500$.

» B. *Vaccination par inoculation de filtrats de macérations d'organes d'animaux morts d'infection colibacillaire*. — Ces filtrats provenant du cobaye, du lapin ou du chien sont toujours toxiques; mais les effets toxiques qu'ils provoquent sont assez variables et les animaux se rétablissent en quelques jours, lorsque la dose inoculée n'a pas été trop élevée. Ces accidents d'intoxication consistent en une élévation rapide et parfois considérable de la température, de l'amaigrissement et souvent de l'albuminurie.

» Une dose de 1^{cc} de filtrat vaccine le cobaye contre le double de la dose mortelle de culture inoculée vingt-quatre heures après. Souvent l'immunité est beaucoup plus solide et s'obtient plus rapidement avec des doses moindres de filtrat vaccin.

» Les inoculations successives de ces filtrats chez le lapin donnent plus sûrement une immunité solide que les cultures vivantes; elles permettent aux animaux de supporter jusqu'à plus de vingt fois la dose mortelle de culture.

» C. *Vaccination par inoculations alternantes de filtrat et de cultures vivantes*. — Nous avons réussi à faire supporter à nos animaux des doses extrêmement élevées de cultures virulentes, en faisant précéder chaque inoculation virulente d'une injection de filtrat vaccin.

» C'est ainsi que nous avons injecté chez un lapin, à doses progressives et alternantes, jusqu'à 68^{cc} de filtrat vaccin et 65^{cc} de cultures, sans que l'animal, que nous avons sacrifié, montrât aucune lésion à l'autopsie.

» Un animal vacciné par cette méthode alternante peut supporter sans grande réaction, et en une seule inoculation, des doses très considérables de cultures très virulentes.

» Sérothérapie. — Nous avons étudié le sérum des animaux vaccinés au double point de vue de son pouvoir préventif et de son pouvoir curateur. Chez le lapin, le meilleur sérum a été obtenu par la méthode des vaccinations alternantes. Chez le chien, nous n'avons encore essayé que le sérum des animaux vaccinés par inoculations successives de cultures virulentes.

» *Pouvoir préventif*. — L'inoculation de $\frac{1}{20}$ de centimètre cube du sérum immunise le cobaye contre la dose mortelle de culture inoculée vingt-quatre heures après. Un cobaye vacciné avec $\frac{1}{2}$ centimètre cube de ce sérum a résisté à l'inoculation de 20 fois la dose mortelle de culture faitevingt-quatre heures après.

» Nous avons essayé d'inoculer simultanément la culture infectante et le sérum curateur : le mélange, à la dose mortelle de culture, d'une goutte de ce sérum suffit pour empêcher l'animal de succomber.

» *Pouvoir curateur.* — Les cobayes infectés avec 2 fois la dose de culture mortelle en vingt-quatre heures pour le témoin survivent lorsque, deux heures après l'inoculation infectante, ils reçoivent 2^{cc} de sérum curateur.

» Nos expériences poursuivies depuis six mois ont porté sur 250 cobayes, 50 lapins et 6 chiens : les propriétés immunisantes et curatives du sérum que nous avons obtenu s'étant montrées très élevées chez des animaux aussi différents, nous nous sommes crus autorisés à l'employer chez l'homme. Au préalable, nous nous sommes assurés de l'innocuité des injections de sérum. Nous publierons plus tard les résultats obtenus; mais, dès aujourd'hui, nous avons tenu à présenter à l'Académie les conclusions de la principale partie expérimentale de nos recherches. »

MÉDECINE. — *Sur les relations entre la composition du sang et sa teneur en hémoglobine et l'état général de l'organisme.* Note de M. **Ph. Lafon**, présentée par M. P. Schützenberger.

« Mes travaux tendent à établir qu'à toute augmentation des éléments constitutifs du sang correspond une augmentation du poids du sujet.

» De nombreuses déterminations analytiques, effectuées en 1895 sur des malades examinés avant et après le traitement, dans la station de la Bourboule, conduisent à cette conséquence. Pour chaque cas, j'ai effectué le titrage des globules rouges et des globules blancs et de l'oxyhémoglobine ou matière colorante du sang. Pour chaque personne, j'ai eu son poids avant et après le traitement.

» Ce genre de recherches n'a jamais encore été effectué dans aucune station thermale. Mes résultats sont tous concordants et me semblent à ce point de vue dignes d'être soumis à l'appréciation de l'Académie.

» L'hématimètre Nachet et Hayem m'a servi au comptage des globules rouges et des globules blancs.

» Pour l'évaluation de l'oxyhémoglobine, j'ai utilisé l'hématoscope si pratique et si exact du docteur Hénocque.

» On voit que la composition moyenne du sang normal est la suivante :

» A. Globules rouges, 4 à 6000000 par millimètre cube.

» B. Globules blancs, 4 à 6000 par millimètre cube.

» C. Oxyhémoglobine, 12 à 14 pour 100.

Docteurs.	Noms.	Avant-Après traitement.	Globules rouges.	Globules blancs.	Oxyhémoglobine, pour 100.	Résultats par millimètre cube de sang.		Changement du poids.	kg
D........	Ier cas	Avant....	3 665 000	11 600	10	Gain en globules rouges...	435 000	Avant traitement...	58,500
»	»	Après....	4 100 000	7 200	11,5	Gain en oxyhémoglobine...	1,5 %	Après » ...	59,200
						Perte en globules blancs...	3 900	Gain en poids......	700
M........	IIe cas	Avant....	3 162 000	15 500	6	Gain en globules rouges...	279 000	Avant traitement...	48,200
»	»	Après....	3 441 000	12 400	8	Gain en oxyhémoglobine...	2 %	Après » ...	49,300
						Perte en globules blancs...	3 100	Gain en poids......	1,100
S........	IIIe cas	Avant....	3 782 000	18 600	5	Gain en globules rouges...	318 000	Avant traitement...	53,000
»	»	Après....	4 100 000	6 100	11	Gain en oxyhémoglobine...	6 %	Après » ...	56,500
						Perte en globules blancs...	12 500	Gain en poids......	3,500
»	IVe cas	Avant....	3 900 000	21 000	7	Gain en globules rouges....	300 000	Avant traitement...	45,900
»	»	Après....	4 200 000	9 300	8,5	Gain en oxyhémoglobine...	1,5 %	Après » ...	48,000
						Perte en globules blancs...	12 400	Gain en poids......	2,100
»	Ve cas	Avant....	3 868 000	15 500	7,3	Gain en globules rouges....	317 000	Avant traitement...	58,300
»	»	Après....	4 185 000	10 850	8,5	Gain en oxyhémoglobine...	2,2 %	Après » ...	59,700
						Perte en globules blancs...	4 650	Gain en poids......	1,400
»	VIe cas	Avant....	3 627 000	15 500	7	Gain en globules rouges...	193 000	Avant traitement...	55,000
»	»	Après....	3 720 000	12 400	8	Gain en oxyhémoglobine...	1 %	Après » ...	55,500
						Perte en globules blancs...	3 100	Gain en poids......	500
»	VIIe cas	Avant....	2 170 000	14 000	6,5	Gain en globules rouges....	1 830 000	Avant traitement...	51,200
»	»	Après....	4 000 000	7 200	11,5	Gain en oxyhémoglobine...	5 %	Après » ...	59,200
						Perte en globules blancs...	6 800	Gain en poids	8,000
»	VIIIe cas	Avant....	1 829 000	9 300	8	Gain en globules rouges ...	722 000	Avant traitement...	53,000
»	»	Après....	2 511 000	4 200	12	Gain en oxyhémoglobine...	4 %	Après » ...	53,800
						Perte en globules blancs...	5 100	Gain en poids......	800
»	IXe cas	Avant....	2 130 000	9 400	5	Gain en globules rouges ...	1 552 000	Avant traitement...	52,900
»	»	Après....	3 682 000	4 500	7	Gain en oxyhémoglobine...	2 %	Après » ...	54,300
						Perte en globules blancs...	4 900	Gain en poids......	1,400

» *Conclusions.* — De toutes ces observations il résulte : 1° qu'il y a une variation du poids des malades avant et après traitement de 500^{gr} à 8^{kg}; 2° qu'il y a accroissement des globules rouges, de l'oxyhémoglobine ou matière colorante du sang, diminution des globules blancs; le poids des malades est augmenté proportionnellement. »

M. **Henri Bentéjac** adresse une Note ayant pour titre : « Projection, au moyen des rayons de Röntgen, de la colonne mercurielle du thermomètre contre une plaque sensibilisée ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 20 avril 1896.)

Note de MM. *Guye* et *Jordan,* Dispersion rotatoire des corps actifs liquides non polymérisés :

Page 884, ligne 31, *au lieu de* $C^{14}H^{22}O^{8}$, *lisez* $C^{12}H^{18}O^{8}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques;* par M. MARCEL DEPREZ.

« On sait que l'induit d'une machine dynamo-électrique, dont l'enroulement est fait suivant le principe de Pacinotti, donne une force électromotrice beaucoup plus faible lorsque le noyau de fer est remplacé par un noyau en bois ou en toute autre substance isolante. L'augmentation considérable d'effet obtenue avec le noyau de fer est due à deux causes qui sont : 1° l'augmentation de la force électromotrice développée dans la partie de spires de l'enroulement qui est extérieure au noyau de fer; 2° la diminution de la force électromotrice développée dans la portion de ces mêmes spires qui est intérieure au noyau de fer.

» On explique ces deux effets de la manière suivante : La présence de

l'anneau de fer dans l'espace circulaire laissé libre entre les pièces polaires des inducteurs diminue beaucoup la *réluctance* du circuit magnétique et augmente par suite l'intensité du flux de force magnétique des inducteurs qui est donnée approximativement, comme on le sait, par la formule

$$\mathcal{F} = \frac{4\pi n \mathrm{I}}{\mathcal{R}},$$

dans laquelle $\mathcal{R}$ représente la somme des réluctances des pièces de fer (inducteurs et induit) qui constituent le circuit magnétique et de la couche d'air comprise entre les pièces polaires et le noyau de fer induit. S'il n'y avait pas de noyau de fer dans l'induit, cette couche d'air aurait une épaisseur et par suite une réluctance considérable; en la diminuant considérablement par la présence du noyau de fer induit, on diminue d'autant la réluctance totale du circuit magnétique et on augmente $\mathcal{F}$ jusqu'à une limite qui correspond au cas où le noyau de fer viendrait toucher les pièces polaires.

» Quant à la diminution de la force électromotrice, développée dans la partie intérieure des spires de l'induit, elle serait due à ce que le flux de force émané de l'inducteur, trouvant dans le fer du noyau induit un chemin beaucoup moins résistant que l'espace aérien compris dans le cercle intérieur de ce noyau, passe en très grande partie par la partie métallique du noyau de fer et par conséquent ne coupe pas les fils intérieurs des spires. La faible portion du flux total qui traverse la zone intérieure du noyau contribue donc seule à la production de la force électromotrice nuisible, et l'on peut la rendre absolument négligeable en donnant à la partie annulaire du noyau une grande épaisseur.

» Telle est, en peu de mots, la théorie aujourd'hui enseignée partout et reproduite avec figures à l'appui dans tous les Traités d'électricité. Dans ces figures, les flux de force magnétique sont représentés par des lignes émergeant normalement des pièces polaires et pénétrant ensuite dans le noyau de fer induit dont elles parcourent symétriquement les deux demi-zones annulaires métalliques sans pénétrer dans la zone intérieure.

» Cette manière d'expliquer la raison pour laquelle les fils intérieurs ne produisent pas de force électromotrice paraît corroborée par l'examen des fantômes magnétiques, obtenus au moyen de la limaille de fer projetée dans les régions extérieure et intérieure à l'anneau de fer. Ces fantômes indiquent, en effet, un champ très énergique à l'extérieur de l'anneau et très faible à l'intérieur. Il est donc naturel de penser que la théorie actuelle

est exacte, puisqu'elle semble en parfait accord avec les faits. On peut la résumer en disant que l'emploi du fer placé dans un champ magnétique permet de modifier arbitrairement la distribution des flux de force de ce champ et de les empêcher de passer dans une région de l'espace où leur présence serait nuisible pour les rejeter dans une autre où elle devient utile.

» S'il en était réellement ainsi, on pourrait facilement utiliser cette propriété du fer pour construire une machine capable d'engendrer un courant rigoureusement continu par le déplacement d'un circuit fermé rigide dans un champ magnétique uniforme. On sait que ce résultat ne peut être obtenu lorsque le circuit est constitué par un fil formant une ou plusieurs spires complètes ne contenant pas de fer, parce que les flux de force du champ magnétique déterminent dans l'ensemble du circuit induit des forces électromotrices qui se neutralisent. Ceci va devenir plus clair par l'exemple suivant.

» Supposons que sur un disque en bois capable de tourner autour d'un axe horizontal dans un champ magnétique uniforme dont les lignes de force sont parallèles à l'axe de rotation, on fixe un fil métallique rectiligne allant du centre à la circonférence. Si l'on imprime à ce disque un mouvement de rotation, la force électromotrice développée aura pour expression

$$n\pi r^2 h,$$

n étant le nombre de tours par seconde; r la longueur du fil comptée depuis le centre; h étant l'intensité du champ supposé uniforme.

» L'expérience étant faite, entourons le fil d'un tube de fer très épais, de même longueur que lui, et remettons le système en mouvement à la même vitesse. Si l'on répète la construction graphique qui se trouve reproduite dans tous les Traités d'électricité lorsque l'on veut expliquer le rôle du noyau de fer des machines Pacinotti, on trouve que les lignes de force du champ magnétique ne pénètrent pas dans la zone intérieure du tube de fer et ne peuvent, par conséquent, développer dans le fil tournant aucune force électromotrice. Si le tube avait une épaisseur insuffisante, la même théorie classique nous apprend qu'une partie du flux de force pénétrerait dans la zone intérieure et développerait dans le fil une force électromotrice d'autant plus considérable que l'épaisseur du tube protecteur serait plus faible.

» Quand on fait l'expérience on constate que, quelle que soit l'épaisseur du tube, la force électromotrice développée est *rigoureusement* la même

que s'il n'y avait pas de tube. S'il en était autrement, il serait facile de construire une machine à courant rigoureusement continu sans balais et sans collecteurs donnant une force électromotrice aussi grande qu'on voudrait.

» La conclusion à tirer de cette expérience, c'est que les flux de force magnétique traversent le fer exactement comme les autres métaux. Quant à l'explication complète de l'expérience que je viens de signaler et que j'ai faite pour la première fois il y a trois ans, ainsi que des conséquences qui en découlent pour l'analyse du rôle de l'anneau de fer des machines du genre Pacinotti, je la ferai connaître dans une prochaine Communication.

» Je me contenterai, quant à présent, de signaler les conséquences suivantes de la théorie nouvelle dont je viens d'exposer le principe.

» *a*. Lorsque plusieurs masses magnétiques sont réparties d'une manière quelconque dans l'espace, les flux de force de chacune d'elles se propagent comme si les autres masses n'existaient pas.

» *b*. La force appliquée à une masse magnétique égale à l'unité placée en un point quelconque de l'espace a pour expression la valeur du *champ résultant* en ce point et la valeur de cette résultante est indépendante de l'état de repos ou de mouvement des masses agissantes; elle ne dépend que de leur intensité magnétique et de leurs coordonnées.

» *c*. La force électromotrice d'induction développée sur un élément de conducteur est, au contraire, une fonction du mouvement relatif que pourrait avoir cet élément par rapport à chacune des masses agissantes. Si, par exemple, l'une des masses agissantes est liée à l'élément induit de façon à être en repos relatif par rapport à lui, elle ne produira sur lui aucune force électromotrice d'induction.

» *d*. Il résulte de là que l'on ne peut nullement conclure la force électromotrice d'induction développée dans un conducteur par un ensemble de masses magnétiques dont les unes sont fixes (inducteurs), tandis que les autres sont en mouvement (armature), de l'examen des fantômes magnétiques qui existent dans les régions parcourues par le fil induit. »

HYDROLOGIE. — *Les nitrates dans les eaux potables;* par M. **Th. Schlœsing**.

« Les considérations que j'ai développées dans ma Note du 13 avril, au sujet des nitrates contenus dans les eaux de source, s'appliquent aussi aux autres corps qui les accompagnent, sulfates et chlorures alcalins ou terreux, bicarbonates de chaux et de magnésie, silice, matière organique. Il

semble que la détermination complète de tous ces éléments n'est pas de trop, quand l'analyse chimique veut intervenir dans la question si délicate de la pureté des eaux potables. Toutefois, il m'a paru suffisant, au moins pour mettre à une première épreuve la nouvelle méthode, de m'en tenir au dosage des deux corps qui distinguent le mieux, dans la plupart des cas, les eaux d'infiltration des eaux de ruissellement, l'acide nitrique et la chaux. Ces éléments ont en outre, sur tous les autres, l'avantage de se prêter à des mesures rapides et très exactes.

» Grâce à l'autorisation qui m'a été accordée avec empressement par M. Humblot, inspecteur général des ponts et chaussées, et directeur du service des eaux, j'ai pu faire les prises d'échantillons aux débouchés mêmes des eaux de la Vanne, de la Dhuis et de l'Avre dans leurs réservoirs respectifs de Montsouris, Ménilmontant et Passy. Je vais présenter ensemble les résultats des analyses d'eau de Vanne et de Dhuys, qui donnent lieu aux mêmes observations, et à part ceux qui concernent l'Avre, parce qu'ils sont d'autre nature. Dans les Tableaux qui suivront, les quantités d'acide nitrique et de chaux, exprimées en milligrammes, sont rapportées à 1^{lit} d'eau.

Vanne.

	Acide nitrique.	Chaux.		Acide nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr		mgr	mgr
4 mars 1895	10,08	111,2	28 septembre 1895	9,81	125,3
2 avril	9,86	111,2	28 octobre	10,07	111,3
18 avril	10,14	110,6	26 novembre	10.00	112,4
28 avril	10,16	111,1	28 décembre	10,70	113,9
13 mai	10,13	113,6	29 janvier 1896	11,34	111,3
1 juin	9,51	115,8	21 février	10,95	114,3
4 juillet	9,81	116,3	27 février	10,86	115,4
1 août	9,85	117,9	19 mars	10,57	114,4
27 août	10,00	115,4	13 avril	10,82	113,1

Dhuis.

	mgr	mgr		mgr	mgr
9 mars 1895	11,3	112,1	28 octobre 1895	11,92	94,0
18 avril	11,82	112,4	26 novembre	11,80	95,6
28 avril	11,80	112,6	28 décembre	11,99	109,2
14 mai	11,74	112,4	29 janvier 1896	11,30	106,9
1 juin	11,65	106,5	27 février	12,03	103,8
4 juillet	11,93	104,8	18 mars	11,03	»
31 juillet	11,90	103,3	13 avril	11,82	118,5
27 août	10,40	99,8			

» De ces chiffres on déduit les titres moyens de l'acide nitrique et de la chaux, et les plus grands écarts en deçà ou au delà de ces titres :

	Vanne.		Dhuis.	
	A. nitrique.	Chaux.	A. nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr	mgr	mgr
Titres moyens................	10,26	114,2	11,61	106,5
Écarts les plus grands au-dessus	+ 1,08	+ 11,1	+ 0,42	+ 12,0
ou au-dessous des titres.....	— 0,75	— 3,6	— 1,21	— 12,5

» On voit que l'écart le plus grand est, pour l'acide nitrique, d'environ $\frac{1}{10}$ des titres moyens; pour la chaux, il est un peu moindre dans l'eau de Vanne, un peu plus grand dans l'eau de Dhuis.

» Ces résultats, il est essentiel de le remarquer, sont fournis par une période assurément trop courte de quatorze mois consécutifs. Ils sont donc provisoires et pourront être modifiés par des recherches ultérieures.

» Il était très intéressant de comparer les titres nitrique et calcique avec les débits des sources. Ceux-ci sont fréquemment relevés par le service des eaux; M. Humblot a bien voulu me les communiquer. Dans le Tableau suivant, j'ai mis les plus forts et les plus faibles débits exprimés en litres et rapportés à la seconde en regard des titres nitriques et calciques correspondants :

Vanne.

Débits les plus forts.		Acide nitrique.	Chaux.	Débits les plus faibles.		Acide nitrique.	Chaux.
	lit				lit		
2 avril 1895...	1533	9,86	111,2	28 sept. 1895...	1166	9,81	125,3
29 janvier 1896.	1645	11,34	111,3	28 oct. »....	1120	10,07	111,3
21 février »...	1583	10,95	114,3	26 nov. »....	1132	10,00	112,4
9 mars »...	1576	10,57	114,7				

Dhuis.

14 mai 1895....	208	11,74	112,4	28 oct. 1895....	178	11,92	94,0
27 août ».....	186	10,40	99,8	26 nov. ».....	173	11,80	95,6
9 mars 1896...	215	11,03	»				

» Ces nombres ne font apparaître aucune relation entre les débits et les titres. Ainsi se trouvent confirmées les idées que j'ai exposées sur le déplacement des eaux dans les terrains et sur le mélange final des dissolutions formées à des époques différentes dans la couche végétale. D'après ces idées, les pluies, tout en influant sur les débits des sources par les déplacements qu'elles provoquent, doivent être isolément sans action notable sur la constitution moyenne des eaux ; c'est bien ce qui résulte du

Tableau précédent. Si, au contraire, au lieu de se réunir en un mélange moyen, les dissolutions formées par les eaux d'infiltration se rendaient aux sources avec la constitution essentiellement variable qu'elles acquièrent dans la couche végétale, les pluies agissant à la fois sur elles pour les diluer et sur les sources pour les gonfler, on verrait les titres nitriques et calciques baisser quand les débits s'élèvent, et s'élever quand les débits décroissent.

» D'autres observations sont suggérées par les graphiques qu'on établit, pour représenter les chiffres ci-dessus, en prenant les temps pour abscisses et les quantités d'acide ou de chaux pour ordonnées.

Fig. 1.

Fig. 2.

» Ces figures permettent de comparer entre elles, d'une part, les variations de l'acide dans les eaux de Vanne et de Dhuis, d'autre part, les variations de la chaux. On voit que ni les unes ni les autres ne sont concordantes; ce qui veut dire qu'elles paraissent indépendantes de circonstances qui seraient communes aux deux eaux, comme par exemple les conditions climatériques; il faut, selon toute probabilité, les attribuer à des accidents de terrain superficiels ou internes, différents dans les deux bassins des sources.

» Il n'y a pas non plus de concordance entre les variations de l'acide et de la chaux dans la même eau. La concordance existerait sûrement si les

nitrates et le bicarbonate de chaux se formaient dans un rapport constant; mais il en est tout autrement pour plusieurs raisons, dont il suffit de citer ici une seule, la variabilité du bicarbonate qui se fait et se défait incessamment selon que le sol perd ou gagne de l'eau, selon que la tension du gaz carbonique s'y abaisse ou s'y élève.

» En résumé, les résultats de mes analyses d'eaux de Vanne et de Dhuis me paraissent, jusqu'à présent, tels que les doivent fournir les eaux des vraies sources.

» J'en viens maintenant à l'eau de l'Avre.

» Le 8 mars de l'année dernière, un premier dosage de l'acide nitrique et de la chaux dans cette eau me donnait les quantités de $11^{mgr},87$ et $87^{mgr},6$; un second dosage fait le 4 avril réduisait ces chiffres à $6^{mgr},67$ et $66^{mgr},6$. Pendant que survenaient ces grandes variations, les titres dans les eaux de Vanne et de Dhuis restaient à peu près constants. Je résolus dès lors de suivre de près l'eau de l'Avre, et j'en vins bientôt à y faire des dosages hebdomadaires.

» Le Tableau suivant présente tous les résultats obtenus du 8 mars 1895 au 29 avril 1896 :

Avre.

1895.	Acide nitrique.	Chaux.	1895.	Acide nitrique.	Chaux.	1896.	Acide nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr		mgr	mgr		mgr	mgr
8 mars.....	11,87	87,6	20 août	11,54	92,1	2 janv......	10,20	78,4
4 avril	6,67	66,6	27 »	11,40	93,2	8 »	10,01	78,5
16 »	8,57	76,4	3 sept.	12,27	93,5	15 »	10,38	83,8
23 »	10,21	81,5	10 »	12,63	93,7	22 »	10,07	82,9
29 »	10,59	84,1	17 »	12,57	95,9	29 »	9,84	82,4
10 mai	9.51	80,2	25 »	12,39	93,6	5 fév.	10,04	84,5
17 »	10,78	87,8	2 oct.	12,61	94,6	12 »	10,75	84,7
24 »	11,40	88,7	9 »	12,64	95,1	19 »	10,53	86,0
31 »	11,15	87,7	16 »	11,98	»	27 »	9,85	83,9
12 juin	11,75	89,8	23 »	11,92	92,6	4 mars.....	10,04	83,1
18 »	12,17	91,7	30 »	12,21	95,0	11 »	8,90	80,5
25 »	12,29	92,4	5 nov.	11,84	»	18 »	8,08	73,2
2 juill......	12,56	92,7	13 »	11,84	93,8	25 »	8,74	76,1
9 »	12,41	93,5	20 »	10,59	90,9	1 avril.....	9,84	83,0
16 »	12,65	94,2	27 »	10,90	90,0	8 »	8,28	78,8
23 »	12,80	»	4 déc.	10,17	87,0	15 »	9,15	83,1
30 »	12,49	94,2	11 »	10,51	86,2	22 »	7,96	78,1
6 août	11,78	91,8	18 »	10,24	86,4	29 »	8,27	80,5
13 »	11,25	90,7	26 »	10,40	»			

» Voici les titres moyens et les plus grands écarts en deçà ou au delà de ces titres :

	Acide nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr
Titre moyen	10,84	86,3
Écarts les plus grands au-dessus ou au-dessous des titres moyens	+ 1,96	+ 9,6
	— 4,17	— 19,7

» Les plus grands écarts sont de $\frac{4,17}{10,84}$ ou $\frac{3,8}{10}$ du titre moyen nitrique et de $\frac{19,7}{86,3}$ ou $\frac{2,3}{10}$ du titre moyen calcique; ils dépassent beaucoup ceux que j'ai trouvés pour la Vanne et la Dhuis.

» Voici encore d'autres nombres concernant les débits des sources et les titres correspondants :

	Débits les plus forts.	Acide nitrique.	Chaux.		Débits les plus faibles.	Acide nitrique.	Chaux.
	lit.	mgr	mgr		lit.	mgr	mgr
4 avril 1895 ..	1436	6,67	66,6	16 octobre 1895.	792	11,98	»
10 mai » ..	1296	9,51	80,2	5 novemb. » .	739	11,84	»
				4 décemb. » .	792	10,17	87,0

» Sans être rigoureusement en raison inverse, les débits et les titres semblent cependant varier en sens contraires. Le plus fort débit, observé le 4 avril 1895, correspond précisément aux moindres titres, et l'on peut constater, d'une manière générale, que les titres se sont élevés pendant la période estivale (mai-octobre), qui a été celle des débits moyens et faibles, et abaissés pendant la saison froide (novembre-avril), période des débits plus élevés. Il en est tout autrement, comme on l'a vu, pour la Vanne et la Dhuis.

» Mis sous forme de graphiques, les résultats compris dans le Tableau précédent suggèrent d'intéressantes observations.

» On remarque, dans le graphique des titres nitriques, une grande dépression le 4 avril 1895, qui pourrait bien correspondre au dégel survenu en mars, après les grands froids de février; une dépression moindre, mais encore considérable, s'est produite en mars et avril 1896, après les pluies qui ont fait déborder la Seine à Paris vers le 15 mars; on en voit encore une en août, après un mois de juillet qui a été le plus humide de l'année (87^{mm} à Verneuil).

» On remarque encore et surtout une similitude frappante entre les deux graphiques, à laquelle on n'était pas préparé par ceux de la Vanne

et de la Dhuis. Non seulement l'allure générale de ces graphiques est la même, mais encore la concordance se montre souvent dans leurs moindres détails. Cette similitude s'expliquerait de la façon suivante : l'eau de l'Avre, puisée à Paris, serait un mélange de deux sortes d'eaux : l'une, semblable à l'eau de la Vanne ou de la Dhuis, serait fournie par les infiltrations des pluies dans le bassin des sources; ses titres nitrique et calcique s'élèveraient au moins jusqu'aux plus hautes valeurs (¹) trouvées

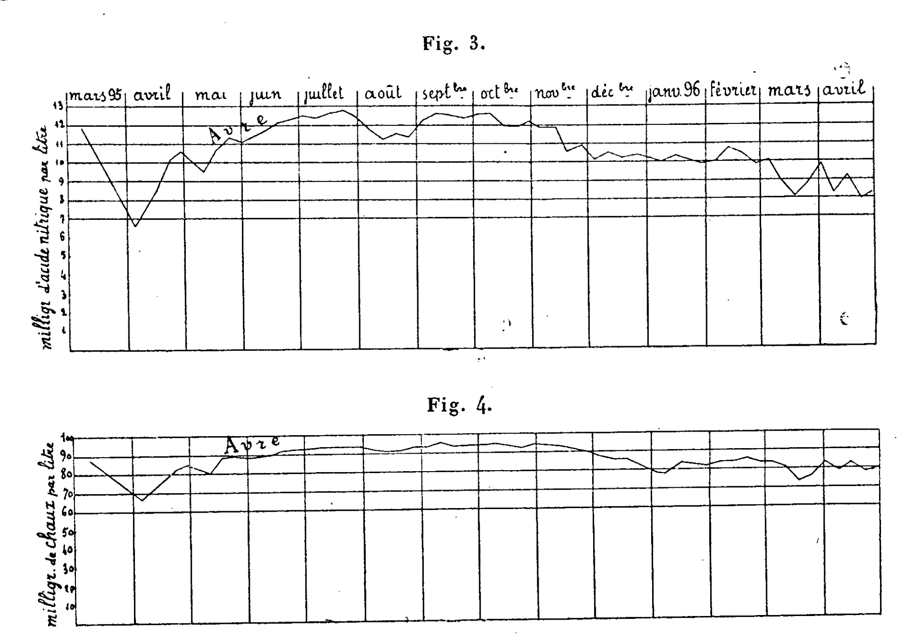


Fig. 3.

Fig. 4.

par mes analyses, $12^{mgr},8 - 95^{mgr},1$, et ne subiraient que des variations peu importantes ; dans l'autre, les deux titres seraient très inférieurs. Il est clair que, dans un pareil mélange, les deux titres pourraient subir des variations très amples, selon le rapport entre les volumes des deux eaux; de plus, les titres de l'eau riche s'abaissant plus ou moins, en même temps, selon la proportion de l'eau pauvre, éprouveraient des variations d'autant plus concordantes qu'elles seraient plus considérables.

(¹) Au mois de février 1896, après une série de jours froids, j'ai trouvé :

	Acide nitrique.	Chaux.
Dans l'eau de l'Avre (rivière), puisée à Nonancourt......	$12^{mgr},62$	$90^{mgr},9$
Dans l'eau de la Blaise, puisée au-dessus de Dreux	$15^{mgr},47$	$92^{mgr},6$

» Si cette explication était fondée, la question se poserait, au point de vue de l'hygiène, de savoir d'où viendrait l'eau à faibles titres. Serait-ce, comme l'eau riche, de l'eau filtrée et épurée par le sol, mais fournie par l'infiltration des pluies dans un terrain inculte ou couvert de bois, où la formation des nitrates et du bicarbonate calcaire serait nulle ou peu importante? Serait-ce tout simplement de l'eau de ruissellement absorbée par un terrain trop perméable et conduite aux sources par des voies trop rapides? Amenée à ce point, la question serait surtout du ressort de la Géologie. Quant aux résultats de mes analyses tout ce que je me permettrai d'en dire, en manière de conclusion, c'est que, jusqu'à présent, ils paraissent moins satisfaisants pour l'Avre que pour la Vanne et la Dhuis.

» Je rapporterai, en terminant, une observation faite au cours de ces études. J'ai déjà dit que les dosages d'acide nitrique sont faits sur 4^{lit} d'eau que je réduis par vaporisation au volume de quelques centimètres cubes. Quand j'opère avec l'eau de l'Avre, je puis toujours poursuivre et achever la concentration dans un même ballon de 2^{lit} environ, malgré la formation du précipité de carbonate de chaux; ce précipité est toujours plus ou moins jaune ainsi que l'extrait sec qui contient les nitrates. L'eau de la Dhuis est le plus souvent dans le même cas que l'eau de l'Avre; seulement, le précipité est d'une nuance plus claire et l'extrait sec est moins jaune. Mais, parfois, il devient impossible de vaporiser les 4^{lit} dans un ballon, tant sont violents les soubresauts dus au dépôt calcaire; alors celui-ci est d'un blanc pur et l'extrait est presque incolore. En pareil cas, je fais deux parts de mes 4^{lit}; je les fais bouillir dans deux ballons, jusqu'à ce que le carbonate se soit totalement précipité; je laisse reposer, puis je vaporise les liquides clairs décantés dans un troisième ballon. C'est toujours ainsi que je suis obligé d'opérer quand j'ai affaire à l'eau de Vanne; avec elle, j'ai toujours un précipité cristallin d'un blanc pur, et un extrait incolore.

» Ces différences tiennent à la présence de matière humique, qui se précipite avec le calcaire, en habille les grains, les empêche de se souder et les maintient à l'état de poudre fine restant en suspension dans le liquide bouillant. J'ai constaté que 1^{cc} d'extrait de terreau contenant $0^{mgr},4$ de matière humique, ajouté dans chaque litre d'eau de Vanne, permet d'en vaporiser 4^{lit} dans le même ballon, sans danger de rupture. Ainsi, on peut dire que l'eau de Vanne ne contient pas trace sensible de matière humique; l'eau de la Dhuis est quelquefois aussi belle, mais elle contient souvent une trace de la matière en question. On en trouve toujours dans

l'eau de l'Avre, en quantité plus grande que dans l'eau de la Dhuis, mais néanmoins très faible. »

ASTRONOMIE. — *Sur les phénomènes crépusculaires et la lumière cendrée de Vénus;* par M. **Perrotin.**

« De tout temps, les observateurs, qui ont étudié d'une manière suivie l'aspect de Vénus, ont été frappés des apparences lumineuses qui se produisent parfois dans l'hémisphère obscur de la planète.

» Ces apparences se montrent, en général, entre les moments des plus grandes élongations et celui de la conjonction inférieure, et se voient plus facilement vers l'époque de cette dernière, lorsque le croissant est déjà très réduit et que la distance de l'astre à la Terre approche de sa plus petite valeur.

» Certaines d'entre elles ont une origine bien connue : elles sont le fait de lueurs crépusculaires semblables à celles que nous observons dans notre atmosphère, se manifestent dans des conditions parfaitement définies et portent sur des régions limitées de l'hémisphère opposé au Soleil.

» Il n'en est plus de même d'un phénomène qui, pour son intensité et la fréquence de ces apparitions, ne paraît soumis à aucune règle fixe et qui se nomme la *lumière cendrée de Vénus*. On en ignore la vraie cause. Elle n'est certainement pas, comme son nom semblerait l'indiquer, celle qui produit la lumière cendrée de la Lune, car, en l'absence de tout satellite, le seul corps qui pourrait renvoyer de la lumière sur Vénus ne peut être que la Terre, et il est facile de calculer que l'illumination provenant de cette source serait d'un effet complètement insensible. L'hypothèse la plus probable, celle qui rend le mieux compte des observations, a été émise, au commencement de ce siècle, par Harding, et beaucoup plus tard par Bessel. D'après ces astronomes, la cause de la lumière cendrée de Vénus serait la même que celle qui, chez nous, donne naissance au phénomène des aurores polaires.

» Dans un Mémoire récent sur ce sujet, M. Schiaparelli revient sur cette manière de voir, la développe et la rend encore plus vraisemblable en faisant intervenir dans la discussion des faits un élément fondamental qui faisait défaut à ses prédécesseurs, celui de la vraie durée du mouvement de rotation de la planète sur elle-même (225 jours en nombre rond).

» Ce savant fait justement remarquer que si l'opinion qu'il met de nou-

veau en avant est fondée, il est naturel d'admettre que, sur Vénus comme sur la Terre, les vives illuminations qui accompagnent les aurores polaires doivent avoir de préférence leur siège dans les régions de basse température [1]. Mais tandis que, sur la Terre, les phénomènes se trouvent localisés dans les seules zones qui avoisinent les pôles, sur la planète Vénus, dans la supposition absolument prouvée aujourd'hui, d'une durée de rotation égale à celle de la révolution sidérale, c'est un hémisphère tout entier, celui qui ne reçoit jamais les rayons du Soleil, qui deviendra le théâtre des grandes manifestations lumineuses des aurores polaires.

» Il y a plus encore; tout porte à croire que les choses se passeront d'une façon symétrique par rapport au rayon vecteur de la planète, c'est-à-dire tout autour du pôle froid de l'hémisphère obscur.

» Ce sont ces divers caractères que M. Schiaparelli a cru reconnaître, dans les observations, malheureusement peu nombreuses, qui ont été faites jusqu'à ce jour de la lumière cendrée.

» Il convient enfin d'ajouter que la symétrie ne sera, le plus souveut, qu'indiquée et que le voisinage du croissant lumineux de la planète pourra la masquer dans certaines de ses parties.

» En tenant compte de cette circonstance, les observations que nous avons eu l'occasion de faire sur le même objet, dans le cours de notre longue étude de Vénus, apporteront, croyons-nous, quelque éclaircissement sur une question aussi controversée. Dans tous les cas, les considérations qui précèdent en rendent la publication opportune.

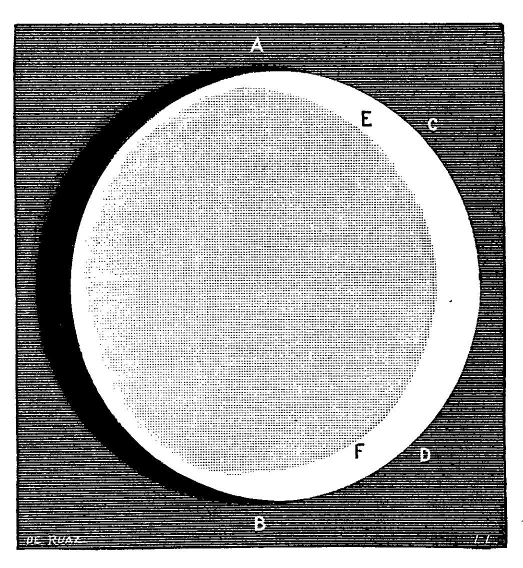
» Voici ces observations, résumées en quelques lignes et reproduites dans un dessin qui a été fait le 22 novembre 1890, jour où le phénomène s'est montré avec le plus de netteté :

» 1890. *Novembre* 16, 17 et 18. — Le 16 et le 17 le croissant se prolonge au delà de chacune des cornes d'une vingtaine de degrés environ; le 18 on croit voir la totalité du disque de la planète. Ce sont là des phénomènes crépusculaires.

---

[1] M. Schiaparelli s'exprime de la façon suivante : « Sur la Terre, les phénomènes des aurores polaires semblent étroitement liés à ceux du magnétisme terrestre; ceux-ci à leur tour semblent avoir une relation intime avec la rotation de notre globe : tout porte à croire qu'il s'agit là de mouvements électriques à la surface du globe et dans le sein de son atmosphère, très probablement dus à des mouvements de température et à des courants thermo-électriques. C'est certainement pour cette cause qu'il arrive que l'axe magnétique de la Terre est dans une direction peu différente de l'axe astronomique et que les manifestations des aurores polaires ont lieu de préférence dans les régions de basse température. »

» Le 22 novembre à $4^h 30^m$, on croit encore distinguer tout le disque; mais ce qu'on voit le mieux est une vaste région lumineuse (EF) à peu près concentrique au pôle de l'hémisphère obscur, qui occupe la plus grande portion d'une calotte sphérique dont la ligne de terminaison s'arrête à 30° ou 40° du bord obscur. En se rapprochant du croissant de la planète la lumière diminue d'intensité. Par instants, on entrevoit des lueurs au-dessous et dans le voisinage des cornes; ce fait prouve que la lumière s'étend jusque dans cette portion du disque. La courbe qui en marque la limite du côté du bord obscur paraît légèrement elliptique. Tout ceci est bien de la lumière cendrée.



1890 Novembre 22, $4^h 30^m$.

» Les observations précédentes sont faites avec l'équatorial de $0^m,38$ d'ouverture; on les renouvelle le 24 novembre avec celui de $0^m,76$ et l'on croit distinguer le bord obscur; mais on voit surtout la lumière cendrée, notamment dans la région EF.

» Le 25 novembre (¹), de $2^h 30^m$ à $3^h 30^m$, on aperçoit le disque complet; le prolongement de chacune des cornes (AC, BD) est d'à peu près 40°. La portion intermédiaire (CD) du bord du disque se soupçonne, mais ce qui frappe le plus est la partie EF de la lumière intérieure. Il y a là, sûrement, un effet de lumière cendrée. A $3^h 30^m$ l'existence de cette dernière ne fait plus de doute; il semble seulement qu'aujourd'hui son éclat soit plus accusé vers la corne australe que vers la corne boréale.

» De plus, en raison de la plus grande proximité du Soleil, le phénomène ne se montre avec netteté que dans la portion EF, où il était tous ces jours-ci plus facilement visible.

» Après la conjonction inférieure, on réobserve Vénus les 8, 9, 10 et 14 décembre; l'aspect est celui du mois de novembre en ce qui concerne la lumière crépusculaire;

(¹) De nouveau avec l'équatorial de $0^m,38$ d'ouverture.

c'est ainsi que le 14 le bord paraît éclairé au delà de chacune des cornes sur une étendue de 25° à 30°; mais il n'est plus question de la lumière cendrée qu'on croit soupçonner une fois seulement, et beaucoup plus tard, le 4 janvier 1891 entre 8^h et 9^h du matin (¹).

» **1895.** — Les 16 et 17 juin, à l'observatoire du mont Mounier, M. Javelle pense distinguer en plein jour la totalité du disque de la planète; je vois, de mon côté, ce phénomène, après le coucher du Soleil, mais je constate que c'est seulement une partie du disque qui est ainsi éclairée; la lumière s'arrête avant d'atteindre le bord du limbe et paraît limitée par une courbe de forme elliptique. A notre avis, le phénomène est de nature crépusculaire.

» Le 30 août, vers 5^h, on note une apparence semblable, mais il est difficile d'en déterminer le caractère. Le croissant de la planète se prolonge au delà de chaque corne sur une longueur de 15° environ, un peu plus peut-être du côté de la corne boréale que de la corne australe.

» Ces observations se rapportent à deux ordres de faits distincts : les uns, relatifs à la lumière crépusculaire, se traduisent généralement par une illumination du bord obscur et des régions voisines du croissant (16 et 17 juin 1895); les autres se manifestent par la présence, dans l'intérieur du disque, d'une portion de calotte sphérique lumineuse ayant à peu près pour centre le pôle de l'hémisphère obscur de la planète. Le 22 novembre 1890, notamment, la lumière cendrée se détache sur le fond noir du disque et dessine la plus grande partie d'un second disque lumineux, intérieur au premier et d'un moindre diamètre.

» La netteté des phénomènes observés (en novembre 1890 surtout), les changements d'aspect qui se sont produits avant et après la conjonction inférieure, dans des conditions identiques en ce qui concerne les positions relatives du Soleil, de Vénus et de la Terre, nous permettent d'affirmer que nous n'avons pu être le jouet d'une illusion quelconque, de celle notamment qui pourrait provenir de l'achromatisme de l'objectif.

» Les faits que nous signalons peuvent donc prendre place à côté de ceux qui ont été recueillis, à cet égard, par d'autres astronomes. Leur publication se trouverait d'ailleurs suffisamment justifiée si elle avait pour résultat d'appeler de nouveau l'attention sur des phénomènes, dont les seuls caractères généraux une fois connus, abstraction faite de la cause qui les produit, sont destinés à fournir une vérification précieuse, sinon une confirmation de la découverte de M. Schiaparelli sur la rotation de la planète Vénus, découverte que, pour des raisons exposées dans des

---

(¹) Ces observations ont été faites à Nice.

Notes antérieures, nous considérons, quant à nous, comme définitivement acquise à la Science. »

M. Darboux, en présentant le t. IV et dernier de ses *Leçons sur la Théorie générale des surfaces et sur les applications géométriques du Calcul infinitésimal,* s'exprime en ces termes :

« En présentant à l'Académie le t. IV et dernier d'un Ouvrage dont la publication a été commencée en 1887, je tiens à remercier, en même temps que mes lecteurs, dont la bienveillance m'a encouragé à terminer une tâche qui s'accroissait sans cesse, mon Confrère M. Émile Picard, MM. Kœnigs et E. Cosserat, qui m'ont fait le grand honneur d'écrire chacun une des Notes qui terminent le Volume. Je ne dois pas oublier non plus nos excellents éditeurs, MM. Gauthier-Villars, dont le concours empressé et habile ne m'a fait défaut à aucun moment pendant le cours de cette publication, qui a été accueillie avec une faveur dont je voudrais qu'elle fût plus digne. »

M. Appell présente à l'Académie le deuxième Volume de son « Traité de Mécanique rationnelle » ; ce Volume contient la Dynamique des systèmes et la Mécanique analytique.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Poisson soumet au jugement de l'Académie « un projet de multiplicateur des courants électriques ».

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

M. Ch. Boehm adresse la description et le dessin d'un appareil à miroir destiné à l'examen médical des cavités.

(Commissaires : MM. Potain, Guyon.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention sur l'Ouvrage publié, sous les auspices de l'Académie, par M. *de Mély* sous le titre : « Les Lapidaires chinois ». Cet Ouvrage est fort important pour l'histoire de la Minéralogie et de la Chimie, tant en raison des faits qu'il expose que de l'origine des notions scientifiques qui y sont contenues et de leurs relations indirectes avec la science grecque, origine de la presque totalité des sciences des autres peuples.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions régulières non linéaires.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Au Chapitre V de mon Mémoire : *Sur la théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré* (*Journal de l'École Polytechnique*, LXI^e et LXII^e Cahiers), j'ai introduit les substitutions *régulières* dans l'espace, qui ont la double propriété d'être birationnelles et d'admettre un invariant différentiel $\mathfrak{D}$, dont l'évanouissement identique caractérise les courbes intégrantes. Ayant, au Chapitre VI, construit les régulières linéaires, je passe maintenant aux non linéaires. L'intérêt du problème provient de ce que les régulières coïncident, au choix des variables près, avec les transformations birationnelles planes de contact, dont le rôle est si important dans la théorie des équations différentielles du premier ordre.

» Quand on considère une substitution plane Cremona et son inverse, apparaissent des relations remarquables, bien connues maintenant, entre les deux réseaux homaloïdes, les points fondamentaux, les courbes fondamentales. Lorsqu'on passe à l'espace, tous ces faits subsistent, mais en se compliquant. M. Nœther (*Math. Ann.*, t. III, p. 547 à 580) a commencé, sur la birationnalité dans l'espace, une étude dont les recherches actuelles sont la généralisation, avec, en plus, les sujétions qu'entraîne l'existence de $\mathfrak{D}$. Une terminologie spéciale est nécessaire.

» Soient donc, en coordonnées homogènes, $x_j, j=1, 2, 3, 4$, une régulière s et son inverse s',

$$s=\binom{m_s}{m_{s'}}=|x_j\,\varphi_j(x)|,\qquad s'=\binom{m_{s'}}{m_s}=|x_j\,\psi_j(x)|,$$

où les φ et les ψ sont des formes quaternaires en x_j, de degrés m_s et $m_{s'}$

respectivement, avec les relations

$$\varphi_j(\psi) = x_j \mathrm{P}, \qquad \psi_j(\varphi) = x_j \mathrm{Q}.$$

» Nommons $\mathfrak{F}_s$ la surface générale, de degré m_s, du système $\Sigma c_j \varphi_j = 0$, $c_j =$ const. arbitraire. $\mathfrak{F}_s$ possède un ensemble de points et de courbes fixes, constituant l'*ossature* de s. L'ossature comprend des courbes *nadiriques* N_s, sur lesquelles le point courant est un *nadir* n_s (ma Note des 9 et 30 décembre 1895) et un nombre fini de zéniths z_s. L'image par s d'un z_s est un groupe de *surfaces zénithales* $\mathfrak{Z}_s$; l'image d'un n_s est un groupe de *courbes nadirales* $\mathfrak{N}_s$. Quand n_s parcourt sa N_s, la $\mathfrak{N}_s$ correspondante peut ou bien rester fixe et devenir une courbe ν_s, ou bien engendrer une *surface nadirale* $\mathfrak{U}_s$. Un facteur irréductible sera *nadiral* [$\mathfrak{U}_s$] ou *zénithal* [$\mathfrak{Z}_s$], si son évanouissement fournit l'équation d'une $\mathfrak{U}_s$ ou d'une $\mathfrak{Z}_s$ respectivement. Posons enfin $\varphi_{ji} = \frac{\partial \varphi_j}{\partial x_i}$; nommons D_s le déterminant des φ_{ji}, jacobien des φ_j, et

$$\begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}_s = \begin{vmatrix} \varphi_{\alpha\gamma} & \varphi_{\alpha\delta} \\ \varphi_{\beta\gamma} & \varphi_{\beta\delta} \end{vmatrix}.$$

Il y aura de même des $z_{s'}$, $n_{s'}$, $\mathfrak{Z}_{s'}$, $\mathfrak{N}_{s'}$, $\mathfrak{U}_{s'}$, ..., $\mathrm{D}_{s'}$, ...

» Voici maintenant les principales propriétés des régulières s et s' :

» I. On a

$$m_s = m_{s'}^2 - \Sigma \text{ des degrés des } \mathrm{N}_{s'}; \qquad m_{s'} = m_s^2 - \Sigma \text{ des degrés de } \mathrm{N}_s.$$

» II. Il existe deux formes quaternaires L_s et M_s de même degré, telles que

$$\mathrm{L}_s \mathrm{M}_s = \mathrm{D}_s, \qquad \mathrm{L}_s + \mathrm{M}_s = \begin{pmatrix} 12 \\ 12 \end{pmatrix}_s - \begin{pmatrix} 34 \\ 12 \end{pmatrix}_s - \begin{pmatrix} 12 \\ 34 \end{pmatrix}_s + \begin{pmatrix} 34 \\ 34 \end{pmatrix}_s;$$

pour qu'un facteur soit [$\mathfrak{Z}_{s'}$] ou [$\mathfrak{U}_{s'}$] il faut et il suffit qu'il divise D_s; un [$\mathfrak{Z}_{s'}$] divise L_s au moins deux fois; s multiplie ω par L_s.

» III. Une courbe nadirale est une intégrante; une courbe ν_s est aussi une $\mathrm{N}_{s'}$.

» IV. Une $\mathfrak{Z}_s$ coupe $\mathfrak{F}_{s'}$ exclusivement suivant des $\mathrm{N}_{s'}$; une $\mathfrak{U}_s$ coupe $\mathfrak{F}_s$ exclusivement suivant des $\mathrm{N}_{s'}$ et des $\mathfrak{N}_s$; les intégrantes de $\mathfrak{F}_{s'}$ sont des courbes unicursales de degré m_s, qui rayonnent autour d'un *pivot* (ma Note du 28 mai 1894); les $\mathrm{N}_{s'}$, dont la $\mathfrak{U}_{s'}$ est située sur la surface $\mathrm{L}_s = 0$, sont des pivotales pour $\mathfrak{F}_{s'}$.

» Toutes ces particularités sont aisément vérifiables sur la régulière sui-

vante :

$$s = s^{-1} = s^1 = \begin{vmatrix} x_1 & x_4^3 \\ x_2 & x_1(x_3x_4 - x_1x_2) \\ x_3 & x_4(3x_1x_3 + x_3x_4) \\ x_4 & x_1x_4^2 \end{vmatrix} = \binom{3}{3}.$$

» L'ossature de $\mathfrak{F}_s$ est la droite double $x_1 = x_4 = 0$, et la nodale $x_2 = x_4 = 0$; $\mathfrak{F}$ est une surface cubique réglée. $x_1 = x_4 = 0$ est à la fois une N_s et une ν_s; le point $x_1 = x_4 = x_3 = 0$ est un z_s; la $\mathfrak{Z}_s$ est le plan $x_4 = 0$; la $\mathfrak{U}_s$, qui correspond à la N_s, $x_2 = x_4 = 0$, est le plan $x_1 = 0$.

» Il n'existe pas de régulière $\binom{2}{\cdot}$; dans une Communication ultérieure, j'étudierai les régulières non linéaires les plus simples, c'est-à-dire $\binom{3}{3}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration élémentaire d'un théorème de M.* Picard *sur les fonctions entières*. Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Picard.

« Je me propose de donner une démonstration directe d'un théorème de M. Picard sur les fonctions entières, d'après lequel une fonction entière ne devenant égale ni à a ni à b $(a \neq b)$ se réduit nécessairement à une constante. La question se ramène à prouver l'impossibilité d'une relation de la forme

$$(1) \qquad e^{G(z)} + e^{G_1(z)} = 1,$$

G et G_1 étant des fonctions entières. Nous poserons, n étant un entier positif, nul ou négatif,

$$(2) \qquad G_1(z) - 2ni\pi = e^{\Gamma_n(z)}.$$

» Soit $M(r)$ le maximum de $|G(z)|$ lorsque $|z| \leqq r$, $A(r)$ la plus grande valeur positive de la partie réelle P de $G(z)$ lorsque $|z| = r$ et $-B(r)$ la plus grande valeur négative de P pour $|z| = r$. A l'aide de G_1 et de Γ_n, nous définirons de même M_1, A_1, B_1, μ_n, α_n, β_n. Nous désignerons par K une constante qui ne sera pas la même dans toutes nos inégalités, mais qui sera comprise entre des limites finies, par exemple entre 0,001 et 1000; nous remarquerons que M, A, B, ... augmentent indéfiniment avec r et nous supposerons $|z|$ assez grand pour qu'ils soient très grands par rapport aux

termes constants de G et G_1. Posons, a_0 et a'_0 étant réels, ainsi que P et Q,

$$G(z) = a_0 + ia'_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_m z^m + \ldots = P(r, \theta) + iQ(r, \theta).$$

» On a manifestement (Cf. HADAMARD, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1053)

$$\pi r^m a_m = \int_0^{2\pi} P(\theta, r) e^{-im\theta}\, d\theta, \qquad 2\pi a_0 = \int_0^{2\pi} P\, d\theta,$$

$$\pi r^m |a_m| < \int_0^{2\pi} |P|\, d\theta.$$

$$\pi r^m |a_m| + 2\pi a_0 < \int_0^{2\pi} (|P| + P)\, d\theta < 4\pi A(r).$$

$$\pi r^m |a_m| - 2\pi a_0 < \int_0^{2\pi} (|P| - P)\, d\theta < 4\pi B(r).$$

» Supposons que le module de z soit inférieur ou égal à un nombre $\rho < r$; nous aurons

$$|G(z)| < |a_0| + |a'_0| + (4A(r) + 2|a_0|)\left(\frac{\rho}{r} + \frac{\rho^2}{r^2} + \ldots\right),$$

et, par suite,

$$(3) \qquad M(\rho) < K \frac{\rho A(r)}{r - \rho}.$$

» La même inégalité a lieu en remplaçant A par B ou en introduisant A_1, B_1, M_1. Pour α_n, β_n, μ_n, il faut remarquer que dans Γ_n le terme constant est, lorsque n est grand, de l'ordre de grandeur de $\log|n|$ (nous pouvons supposer que le coefficient de i est compris entre $-\pi$ et $+\pi$); on aura donc [1]

$$(4) \qquad \mu_n(\rho) < K \rho \frac{\alpha_n(r) + \log|n|}{r - \rho}.$$

» Cela posé, nous pouvons donner à z une valeur z_0 ayant un module donné r et telle que la partie réelle de $G(z)$ soit égale à $-B(r)$; on a alors

$$|e^{G_1(z_0)} - 1| = e^{-B(r)},$$

et, par suite, n étant un entier déterminé,

$$|G_1(z_0) - 2ni\pi| < K e^{-B(r)}.$$

---

(1) Dans cette inégalité et les suivantes, lorsque n est nul, $\log[n]$ doit être remplacé par zéro.

» On a d'ailleurs évidemment, puisque $|z_0| = r$,

(5) $$|2n\pi| < M_1(r) + Ke^{-B(r)} < KM_1(r);$$

or

(6) $$G_1(z_0) - 2ni\pi = e^{\Gamma_n(z_0)};$$

on a donc

$$|\Gamma_n(z_0)| > KB(r),$$

et, *a fortiori*,

(7) $$\mu_n(r) > KB(r).$$

» De même, si $R > r$, d'après (2) et (5),

$$e^{\alpha_n(R)} < M_1(R) + |2n\pi| < KM_1(R),$$

(8) $$\alpha_n(R) + \log|n| < K \log M_1(R).$$

En remplaçant dans (4) r et ρ par R et r et tenant compte de (7) et (8), on a

$$B(r) < K\mu_n(r) < KR \frac{\log M_1(R)}{R - r}.$$

Or, ρ étant inférieur à r, on a, d'après (4),

$$A(\rho) < M(\rho) < K \frac{\rho B(r)}{r - \rho}.$$

» D'autre part, d'après (1), on a $A_1(\rho) < KA(\rho)$; donc, si $\rho' < \rho$, on a

$$M_1(\rho') < K \frac{A_1(\rho)}{\rho - \rho'} < K \frac{A'(\rho)}{\rho - \rho'} < K \frac{\rho\rho' B(r)}{(r - \rho)(\rho - \rho')} < K \frac{R\rho\rho' \log M_1(R)}{(R - r)(r - \rho)(\rho - \rho')}.$$

» En supposant $R - r = r - \rho = \rho - \rho'$, on en conclut

$$M_1(R) > K \frac{(R - \rho')^6}{R^6} [M_1(\rho')]^2.$$

» Il suffit de faire successivement $\rho' = \lambda$, $R = \lambda + h$; $\rho' = \lambda + h$, $R = \lambda + h + \frac{h}{2}$; $\rho' = \lambda + h + \frac{h}{2}$, $R = \lambda + h + \frac{h}{2} + \frac{h}{4}$; ..., pour constater que si $M_1(\lambda)$ est assez grand et h convenablement choisi, $M_1(\lambda + 2h)$ dépasse toute quantité assignable; le rayon de convergence de $G_1(z)$ serait donc au plus égal à $\lambda + 2h$.

» Je termine en énonçant la proposition suivante qui, pour moi, n'est pas douteuse, bien que je ne l'aie point démontrée rigoureusement en

général : $G(z)$ étant une fonction entière, M. Hadamard a indiqué une limite supérieure $\varphi(r)$ du nombre des racines de module inférieur à r; *parmi les équations* $G(z) = P(z)$, *dans lesquelles* $P(z)$ *est un polynome, il y en a au plus une telle que le nombre de ses racines de module inférieur à* r *soit, pour* r *très grand, inférieur à* $\log\varphi(r)$. »

Remarques sur la Communication de M. Borel; par M. **Émile Picard.**

« Tous les géomètres admireront l'analyse si profonde que communique M. Borel. Bien des tentatives avaient été faites sans succès pour trouver, sans recourir à la théorie des fonctions elliptiques, une démonstration directe et élémentaire du théorème en question. M. Hadamard seul, à ma connaissance, avait fait un essai heureux, mais il avait dû se limiter à certaines classes de fonctions entières, comme on peut le voir dans son beau Mémoire couronné, il y a trois ans, par l'Académie.

» Je souhaite maintenant que M. Borel puisse étendre, s'il est possible, son analyse à la démonstration du second théorème que j'ai donné sur les fonctions entières, et d'après lequel une fonction entière $f(z)$ se réduit nécessairement à un polynome si les deux équations

$$f(z) = a, \qquad f(z) = b$$

ont seulement un nombre limité de racines.

» Il serait aussi très intéressant de pouvoir démontrer directement, comme je l'ai établi par une voie détournée, qu'une fonction uniforme prend rigoureusement une infinité de fois toutes les valeurs possibles dans le voisinage d'un point singulier essentiel isolé, à l'exception seulement au plus de *deux* valeurs; mais, quoique comprenant comme cas particuliers les théorèmes précédents, ce résultat est au fond d'une nature plus complexe, et il est peut-être à présumer que dans ce cas une analyse du genre de celle de M. Borel ne suffira pas pour arriver à la démonstration. »

MÉCANIQUE. — *Sur les solutions périodiques du problème du mouvement d'un corps pesant quelconque, suspendu par un de ses points.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. H. Poincaré.

« En appliquant les méthodes de M. Poincaré au problème du mouvement d'un corps pesant quelconque, suspendu par un de ses points, je

suis parvenu à démontrer rigoureusement l'existence d'une infinité de solutions périodiques de ce problème.

» J'ai pris pour point de départ le mouvement à la Poinsot.

» Si l'on fait abstraction de l'angle ψ d'Euler, qui donne la loi de la précession, et dont l'expression en fonction du temps est fournie par une quadrature, après qu'on a trouvé les valeurs d'intégration des rotations des deux autres angles d'Euler θ, φ, on sait que les équations du mouvement d'un corps solide pesant, suspendu par un point, sont les suivantes :

$$\begin{aligned} A\frac{dp}{dt} &= (B-C)qr + \mu(b\gamma''-c\gamma'), & \frac{d\gamma}{dt} &= r\gamma' - q\gamma'', \\ B\frac{dq}{dt} &= (C-A)rp + \mu(c\gamma - a\gamma''), & \frac{d\gamma'}{dt} &= p\gamma'' - r\gamma, \\ C\frac{dr}{dt} &= (A-B)pq + \mu(a\gamma' - b\gamma), & \frac{d\gamma''}{dt} &= q\gamma - p\gamma'. \end{aligned}$$

» Dans ces équations, γ, γ', γ'' sont les cosinus directeurs de la nadirale et a, b, c, μ les cosinus directeurs et la longueur de la droite qui joint l'origine au centre de gravité. Le poids du corps est pris égal à l'unité.

» Si l'on fait $\mu = 0$, on a un mouvement à la Poinsot et, si l'on suppose l'axe des moments de quantités de mouvement dirigé suivant la nadirale, les six équations ci-dessus admettent comme solutions les expressions

$$\begin{aligned} p &= f\,\mathrm{cn}(\omega t), & q &= -g\,\mathrm{sn}(\omega t), & r &= h\,\mathrm{dn}(\omega t), \\ \gamma &= f_1\,\mathrm{cn}(\omega t), & \gamma' &= -g_1\,\mathrm{sn}(\omega t), & \gamma'' &= h_1\,\mathrm{dn}(\omega t), \end{aligned}$$

où f, g, h, f_1, g_1, h_1, ω sont des constantes.

» Ces expressions sont périodiques et admettent la période réelle $\frac{4K}{\omega}$.

» On peut alors se demander si, μ étant petit, et pour des données initiales voisines de celles qui conviennent au mouvement à la Poinsot, les équations n'admettent pas encore des solutions périodiques, admettant une période voisine de la période ci-dessus. Cette question exige la discussion de certains déterminants fonctionnels, formés avec des fonctions dépendant d'un système d'équations aux dérivées ordinaires, linéaires, à coefficients doublement périodiques. Le résultat de cette discussion, qui ne saurait trouver place ici, c'est l'existence démontrée d'une infinité de solutions périodiques pour les petites valeurs de μ, c'est-à-dire pour le cas d'un corps de forme quelconque, dont le point de suspension est voisin du centre de gravité. »

MÉCANIQUE. — *Sur la rotation des solides et le principe de Maxwell.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, le 27 avril dernier, M. Joukovski fait observer que le problème particulier, concernant la rotation des solides, auquel se rapportait ma précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 903, 1895), a été étudié dans des Recueils étrangers, d'abord par M. Hess, en 1890, puis par MM. Nekrassov, Mlodzieiowski et M. Joukovski lui-même.

» Les publications rappelées par ce savant, écrites pour la plupart dans une langue qui m'est inconnue, avaient échappé à mon attention, ce dont j'ai le plus vif regret.

» Je demande cependant à l'Académie la permission d'ajouter, au sujet du même problème, une proposition qui n'a point été indiquée jusqu'ici et à laquelle mes recherches m'ont fait parvenir.

» Elle consiste en ce que, malgré la présence d'une *équation invariante* algébrique quand les deux conditions

$$(1) \qquad \beta = 0, \qquad A(B-C)\alpha^2 = C(A-B)\gamma^2,$$

sont satisfaites, *il n'existe alors aucune intégrale uniforme*, différente des trois intégrales communes à tous les cas.

» Cette constatation m'a semblé présenter un double intérêt :

» 1° On possède ainsi un cas, le premier qui soit signalé à ma connaissance, dans lequel les conditions trouvées nécessaires par M. Poincaré pour la possibilité d'une quatrième intégrale uniforme, toujours vérifiées dans le problème de la rotation, ne sont pas suffisantes.

» 2° Dans la question de Mécanique dont il s'agit, *le principe énoncé par Maxwell est en défaut.*

» Il convient, pour s'en assurer, de choisir les données initiales du mouvement de telle façon que l'équation invariante

$$(2) \qquad A\alpha p + C\gamma r = 0$$

soit vérifiée.

» Alors, puisqu'il n'existe pas d'intégrale uniforme, hormis celles qui

sont vraies dans tous les cas, l'expression

$$A\alpha p + C\gamma r,$$

qui n'est pas déterminée par ces dernières, devrait, si le principe de Maxwell était exact, pouvoir approcher à volonté d'une valeur donnée arbitraire, ce qui est manifestement inadmissible, puisque l'équation (2) est invariante.

» On conçoit sans peine que des circonstances analogues doivent s'offrir toutes les fois que, dans un problème de Mécanique, une équation invariante uniforme, ou, d'une manière plus générale, un système invariant de relations uniformes entre les inconnues existe, sans être accompagné d'intégrales uniformes correspondantes. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la note de M.* Dongier *sur un procédé de mesure des biréfringences*. Note de M. **Georges Friedel**, présentée par M. Lippmann.

« M. Lippmann a présenté à l'Académie, dans sa séance du 10 février 1896, une Note de M. R. Dongier relative à un procédé de mesure des biréfringences en lumière monochromatique. Ce procédé a fait l'objet d'une Communication de ma part à la séance de l'Académie du 6 février 1893, et a été décrit à la même époque avec plus de détails au *Bull. de la Soc. Min.*, t. XVI, p. 19. J'en indiquais, en même temps, un autre analogue, basé sur l'emploi d'un seul quart d'onde, procédé non seulement plus simple, mais susceptible d'une précision beaucoup plus grande, et qui donne d'excellents résultats. On en trouve l'indication dans le *Traité d'Optique* de M. Mascart, t. III, p. 676. Je me suis servi de l'un et de l'autre pour la mesure des biréfringences sous le microscope, mais la supériorité de la méthode basée sur l'emploi d'un seul quart d'onde est telle que c'est, je pense, faire un pas en arrière que de revenir à la variante que M. Dongier expose aujourd'hui comme nouvelle. J'emploie journellement, pour la mesure des biréfringences, le dispositif consistant à placer le quart d'onde fixe au-dessus du minéral également fixe, et à observer l'extinction au moyen d'un nicol analyseur mobile muni d'un index courant sur un limbe gradué adapté au tube de l'instrument. Ces procédés, que j'ai indiqués le premier, sont à ma connaissance les seuls qui permet-

tent de mesurer avec précision les très petits retards donnant des teintes de polarisation grises du premier ordre. En employant la lumière blanche, avec un quart d'onde choisi pour le jaune correspondant à la teinte sensible, et en observant non une extinction, mais l'apparition de la teinte sensible, on obtient des mesures rapides et en même temps précises, qui ne peuvent être obtenues par aucun des moyens en usage antérieurement, surtout s'il s'agit de faibles retards. J'en fais actuellement l'application à l'étude des variations de la biréfringence de l'analcime sous l'influence d'une déshydratation progressive; cette biréfringence, étant de l'ordre de la quatrième décimale, ne pouvait être mesurée sur des lames relativement minces par aucun autre procédé d'application facile et rapide. La méthode me semble devoir rendre des services, tant pour les mesures rapides de la Pétrographie que pour les recherches précises de Cristallographie et je tiens pour cette raison à en revendiquer l'invention. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques par la lumière ultra-violette et l'interprétation de certaines expériences de* M. Jaumann. Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré antérieurement ([1]) que sous l'action de la lumière ultra-violette, les potentiels explosifs dynamiques subissent un abaissement plus considérable que les potentiels statiques.

» En opérant avec la lumière de l'arc voltaïque, suivant la méthode décrite précédemment ([1]), on n'observe, dans certains cas, aucune différence nettement appréciable entre les abaissements statique et dynamique.

» Pour trouver la raison de cette anomalie, je fus conduit à préciser davantage les conditions qui différencient la charge statique de la charge dynamique d'un excitateur.

» L'abaissement des potentiels explosifs par la lumière ultra-violette peut être représenté par la loi générale suivante :

» *L'abaissement du potentiel explosif d'un excitateur sous l'action des radiations ultra-violettes est une fonction croissante paire de la vitesse de variation du potentiel* $\frac{\partial V}{\partial t}$, *à l'instant où l'étincelle éclate.*

([1]) *Comptes rendus* du 20 janvier 1896.

» On peut tirer de cette proposition un certain nombre de conséquences qui ont été vérifiées par l'expérience. Je ne mentionnerai que les suivantes :

» Dans la charge dynamique déjà citée :

» I. Si l'étincelle éclate pour un potentiel de plus en plus voisin du potentiel maximum V', $\frac{\partial V}{\partial t}$ tend vers o, *l'abaissement du potentiel explosif dynamique tend vers l'abaissement statique.*

» II. Si l'on observe un abaissement du potentiel explosif plus grand que dans la charge statique, c'est que l'étincelle dynamique a éclaté à un instant où $\frac{\partial V}{\partial t} > 0$, par suite *à un potentiel v inférieur au potentiel maximum* V'.

» On démontre expérimentalement ces diverses conséquences par la méthode des deux excitateurs dérivés ([1]). Cette méthode permet en effet de résoudre le problème suivant :

» *Trouver la distance explosive d'un excitateur* $E_1 E_2$ *qui se décharge pour le même potentiel qu'un excitateur* $N_1 N_2$ *placé à l'abri des radiations ultra-violettes : 1° quand* $E_1 E_2$ *n'est pas éclairé par ces radiations ; 2° quand* $E_1 E_2$ *est éclairé. Si l'on prend pour distance explosive de* $N_1 N_2$ *la moitié de la distance critique ; sous l'action de la lumière ultra-violette d'une lampe à arc ordinaire concentrée sur l'excitateur* $E_1 E_2$ *par une lentille en quartz, la distance explosive de* $E_1 E_2$ *varie à peu près du simple au double.* (Les pôles de l'excitateur sont formés de sphères en laiton de 1^{cm} de rayon environ.) Sous cette forme on peut montrer très simplement, dans un cours, l'influence des radiations ultra-violettes sur les potentiels explosifs ([2]).

» III. Si l'on provoque des variations très petites mais très rapides du potentiel d'un *excitateur éclairé par la lumière ultra-violette,* cet excitateur se décharge pour un potentiel plus faible que le potentiel explosif de l'excitateur chargé lentement par une machine électrostatique.

» On le démontre par des expériences dont le principe a été donné antérieurement ([3]). Pour observer l'abaissement du potentiel explosif, il ne suffit pas d'éclairer le champ de l'excitateur, il faut éclairer l'un des pôles

---

([1]) Voir *Comptes rendus,* 8 juillet 1895.

([2]) Il est essentiel d'opérer avec les précautions indiquées (*Comptes rendus,* 8 juillet 1895). On peut remplacer la bobine $B_1 B_2$ par une colonne d'un liquide électrolytique, du sulfate de cuivre par exemple.

([3]) *Comptes rendus* du 22 juillet 1895.

au point où jaillit l'étincelle; si les pôles sont des sphères de diamètre inférieur à une certaine limite, $0^{cm},5$ environ, il faut éclairer le pôle négatif, le pôle positif est insensible. Si le diamètre est supérieur à cette limite, il suffit d'éclairer l'un ou l'autre des pôles. Avec un excitateur dont les pôles ont un diamètre de $1^{cm},5$ ou 2^{cm}, on produit le *même abaissement en éclairant le pôle positif ou le pôle négatif ou les deux simultanément*.

» D'après M. Jaumann, les variations très rapides du potentiel *suffisent* pour abaisser le potentiel explosif d'un excitateur. Ce physicien avait tiré cette conclusion d'une série d'expériences ingénieuses ([1]) pour l'interprétation desquelles *il admettait implicitement*, avec tous les physiciens, que *la lumière ultra-violette abaisse de la même quantité les potentiels explosifs statique et dynamique*.

» Ces expériences sont de deux genres. Dans les unes, la présence de la lumière ultra-violette est évidente. M. Jaumann transforme, à l'aide de variations très petites et très rapides du potentiel une décharge *par effluve* en une décharge par étincelle ou par aigrette. Dans les autres, pour la description desquelles je renvoie au Mémoire original ([2]), les précautions nécessaires pour se mettre à l'abri de la lumière ultra-violette ne sont pas prises; l'interprétation que M. Jaumann en donne prête d'ailleurs à des critiques sur lesquelles je reviendrai dans un Mémoire plus étendu.

» En résumé, les expériences dans lesquelles M. Jaumann a constaté l'influence de la vitesse de variation du potentiel $\frac{\partial V}{\partial t}$ sur le potentiel explosif ont été faites en présence de lumière ultra-violette. Si l'on provoque des variations très rapides du potentiel d'un excitateur *protégé soigneusement contre les radiations ultra-violettes*, on n'observe aucun abaissement appréciable du potentiel explosif ([3]). »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la condensation de la lumière noire*. Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. Laussedat.

« La lumière noire possédant plusieurs propriétés qui la rapprochent de l'électricité, j'ai supposé qu'il serait possible de la condenser à la surface

([1]) *Sitz. Ber. der kais. Akad. zu Wien*, juillet 1888, p. 765.
([2]) *Loc. cit*, p. 773.
([3]) *Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.*

de lames métalliques et l'obliger ensuite à traverser ces lames pour agir sur des plaques photographiques dans l'obscurité; ce qui mettrait nos précédentes expériences définitivement à l'abri de toutes les objections formulées contre elles, notamment celle de l'introduction de la lumière ordinaire par les fentes des châssis.

» Les recherches qui vont suivre ont confirmé notre hypothèse. Elles ont été réalisées avec l'obligeant concours de M. Gaston Braun.

» Prenons une feuille de cuivre et une feuille de plomb de 1^{mm} environ d'épaisseur; plaçons chacune de ces deux feuilles dans un châssis photographique pour positifs à la place de la lame de verre, et exposons une de leurs faces, une seulement, à 20^{cm} de la lumière d'un arc électrique pendant une heure. Reportons les deux châssis dans l'obscurité, et laissons-les refroidir pendant deux heures. Retirons les lames de leurs châssis; puis, *entre les deux faces qui n'ont pas été exposées à la lumière,* plaçons une glace sensible et l'objet que nous voulons reproduire, un cliché négatif, par exemple, en ayant soin que l'objet soit entre le cuivre et la glace sensible. Pour éviter toute action de contact, nous avons soin de séparer la glace sensible de l'objet à reproduire par une feuille de verre ou de celluloïd. Il suffira d'abandonner ensuite le tout dans l'obscurité pendant cinq à six heures, pour obtenir au développement une image parfaite des objets intercalés entre la feuille métallique et la plaque photographique. Il est donc évident que la lumière condensée sur une des faces de la feuille de cuivre a traversé le métal pour impressionner la plaque photographique ([1]).

» Comme moyen de contrôle, répétons la même expérience dans l'obscurité, c'est-à-dire sans exposition préalable des plaques métalliques à la lumière; nous n'obtiendrons aucune trace d'image, même si nous plaçons nos chassis dans une étuve. Ce n'est donc ni la chaleur ni la pression qui ont pu déterminer l'impression photographique.

» Comme preuve complémentaire que l'image photographique est due uniquement à l'action de la lumière condensée ayant traversé le métal, il suffit, lorsqu'on expose les lames métalliques à la source lumineuse, de les recouvrir d'une feuille de papier noir. On empêche absolument ainsi le

---

([1]) Avec un seul métal on ne réussit généralement pas l'expérience précédente. Les lames métalliques ne sont pas électriquement isolées pendant leur exposition à la lumière. Elles ne révèlent l'existence d'aucune charge électrique avec les appareils les plus sensibles après leur exposition à la source lumineuse.

succès de l'opération, c'est-à-dire la transformation de la lumière blanche en lumière noire jouissant de la propriété de traverser les corps métalliques.

» L'arc électrique dont j'ai fait usage dans les expériences précédentes, était alimenté par un courant de 15 ampères. Avec la lumière diffuse du jour les mêmes expériences ne réussissent pas, même quand la lumière est intense et l'exposition prolongée pendant plusieurs jours. Avec la lumière du soleil, il faut souvent huit heures d'insolation, et on ne réussit pas toujours. Il en est de même avec la lumière d'une lampe à pétrole.

» Il est visible que la température de la source lumineuse joue, ainsi que je l'avais déjà signalé, un rôle considérable dans nos expériences. On remarquera cependant, que la chaleur ne saurait agir directement sur les plaques photographiques dans le cas précédent, puisque, avant de les mettre en contact avec les feuilles métalliques, on a laissé ces dernières se refroidir pendant plusieurs heures.

» La lumière noire paraissant se diffuser, comme l'électricité, à la surface des corps métalliques, on conçoit aisément qu'il soit impossible d'obtenir des images en interposant une lame métallique entre l'objet à reproduire et la glace sensible, au lieu de placer l'objet entre la glace sensible et le métal. Cette difficulté n'existe pas pour certains corps diélectriques. Si l'on remplace la glace d'un châssis par une planche de sapin non poli d'un centimètre d'épaisseur sur laquelle on pose la main, on obtient à l'arc électrique en moins d'une heure une image bien nette de la main et des veines du bois sur la plaque sensible placée derrière la planche. M. Murat m'a envoyé une photographie ainsi obtenue à l'hôpital du Havre, et celle d'une lettre cachetée dont l'intérieur a été photographié à travers une porte. M. le Dr Armaignac a obtenu en faisant usage d'une planche de noyer de même épaisseur des résultats analogues avec une simple lampe à pétrole munie d'un réflecteur.

» Les radiations qui naissent lorsque la lumière visible tombe sur des corps opaques semblent, comme je l'ai déjà dit, de natures bien différentes suivant ces corps; mais elles possèdent toutes ce caractère commun d'être invisibles pour l'œil; et c'est pourquoi j'ai donné à ce mode particulier d'énergie le nom de *lumière noire*. La difficulté avec laquelle la plupart des radiations qui la composent traversent le papier noir et la facilité avec laquelle elles traversent les métaux suffiraient à les différencier des rayons de Röntgen.

» En admettant le qualificatif de *lumière noire* pour toutes les radiations

invisibles récemment découvertes il est déjà possible, en se basant uniquement sur les propriétés constatées de ces radiations, d'établir entre elles la classification suivante :

» *Radiations X.* — Traversent le papier noir, les corps organisés, ne passent pas à travers la plupart des métaux, ne se réfléchissent ni ne se réfractent.

» *Radiations invisibles des corps fluorescents.* — Traversent les métaux, ainsi que l'ont montré MM. d'Arsonval et Becquerel, se réfractent et se réfléchissent, ne présentent par conséquent aucune propriété permettant de les rapprocher des rayons X.

» *Radiations prenant naissance quand la lumière visible tombe sur des surfaces métalliques.* — Nos recherches montrent que ces radiations ne traversent pas le papier noir ni la plupart des corps organisés, mais qu'elles traversent un grand nombre de métaux. Elles possèdent en outre la propriété de se condenser et de se diffuser, comme l'électricité, à la surface des métaux.

» *Radiations propres aux êtres organisés.* — Radiations émises par les êtres organisés dans l'obscurité et qui permettent de les photographier, comme je l'ai montré en opérant sur des fougères, des poissons et divers animaux. Elles paraissent se rattacher aux radiations de phosphorescence invisible, mais s'en différencient cependant parce qu'elles ne traversent pas les corps métalliques, ceux du moins que j'ai expérimentés, l'aluminium notamment.

» Les expériences précédentes, que chacun peut aisément répéter, mettront hors de contestation, je l'espère, les faits signalés dans mes précédentes Communications. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz bromhydrique sur le chlorure de thiophosphoryle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Le chlorure de thiophosphoryle $PSCl^3$ distille à 125° sous pression normale, comme l'ont indiqué les chimistes qui ont étudié antérieurement ce corps, mais je n'ai trouvé aucun renseignement au sujet des conditions de ses solidification et fusion ; j'ai comblé cette lacune en me servant d'un produit très pur, provenant de fractionnements de plus de 1^{kg} de ce corps, que j'ai été amené à préparer en vue du présent travail.

» Soumis à l'action du froid, le chlorure de thiophosphoryle ne se soli-

difie que dans un bain de chlorure de méthyle, dont la vaporisation est activée par un rapide courant d'air; il reste facilement en surfusion, mais cet état cesse au contact d'une parcelle d'un quelconque des dérivés bromés que je décrirai tout à l'heure. Le corps solide blanc formé fond à -35°.

» Le gaz bromhydrique sec ne réagit pas sensiblement sur $PSCl^3$ à sa température d'ébullition, mais la réaction s'effectue facilement si l'on opère, comme je l'ai indiqué pour $POCl^3$, en faisant passer sur de la pierre ponce chauffée à 400°-500° le gaz HBr entraînant les vapeurs de $PSCl^3$. Il faut éviter de trop élever la température de la colonne de ponce, sans quoi on constate la présence d'hydrogène sulfuré dans les produits gazeux de la réaction et ce gaz, réagissant partiellement sur $PSCl^3$ en excès, donne au sein du liquide un dépôt de pentasulfure de phosphore. Après un premier passage, on peut cohober le liquide et répéter la même opération sur les parties les plus volatiles qui n'ont pas été altérées. Le liquide recueilli renferme, avec un excès de $PSCl^3$ non attaqué, les différents produits de substitution bromés de celui-ci : $PSCl^2Br$, $PSClBr^2$ et $PSBr^3$. La séparation de ces corps est extrêmement pénible, car elle ne peut s'effectuer que sous pression réduite par suite de leur peu de stabilité sous l'action de la chaleur, et il n'a pas fallu moins de 10 fractionnements systématiques pour les obtenir à peu près purs.

» Le chlorobromure $PSCl^2Br$ distille vers 80° sous pression réduite à 6^{cm}; c'est un liquide incolore qui, sous l'action du froid, présente les mêmes particularités que j'ai signalées pour $PSCl^3$ et le solide blanc obtenu fond à -30°.

» Il a donné à l'analyse les nombres suivants :

Trouvé..................	Cl % : 33,22	Br % : 38,49	S % : 14,36	P % : 14,60
Théorie pour $PSCl^2Br$..	Cl % : 33,17	Br % : 37,38	S % : 14,94	P % : 14,48

» La densité à 0° est égale à 2,12. Il ne se décompose que lentement au contact de l'eau froide, plus vite au contact d'une solution alcaline ou ammoniacale, avec mise en liberté de soufre; au contact de l'acide azotique fumant il y a réaction violente, mais celle-ci est beaucoup plus modérée avec de l'acide à 36° qui fait passer le soufre et le phosphore à l'état d'acides sulfurique et phosphorique qu'on peut doser facilement. Le chlore et le brome ont été obtenus en décomposant à une douce chaleur en tubes clos par une solution étendue de potasse ou d'ammoniaque; après filtration, l'addition de nitrate d'argent précipite un mélange d'oxyde, sulfure, chlorure et bromure d'argent qu'on traite par l'acide nitrique à

chaud. Le mélange de chlorure et bromure d'argent qui reste est pesé, et sa composition se déduit par analyse indirecte de la variation de poids qu'il éprouve par sa transformation totale en chlorure dans un courant de chlore à chaud.

» Michaelis semble déjà avoir obtenu le chlorobromure $PSCl^2Br$, en faisant réagir le brome sur le corps $PSCl^2(C^2H^5)$ (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. V), mais je ferai des réserves au sujet du degré de pureté du corps ainsi obtenu; car Michaelis, ayant constaté que le point d'ébullition du produit de la réaction n'était pas fixe, a recueilli la fraction 150°-180°, l'a agitée avec de l'eau, puis s'est contenté de dessécher le résidu sur du chlorure de calcium; c'est un procédé qui ne pouvait le conduire à un produit bien pur, et ce qui tend à le prouver c'est qu'il lui attribue une odeur aromatique due sans doute à la présence de quelque composé organique, tandis que $PSCl^2Br$ a une odeur repoussante, analogue à celle de $PSCl^3$, et produisant comme lui une très vive irritation des yeux et des bronches. Michaelis n'a ajouté aucune constante physique permettant d'identifier le corps qu'il a obtenu avec celui que je viens de décrire.

» Ce chlorobromure $PSCl^2Br$ ne peut être distillé à pression normale sans une décomposition très prononcée; déjà à 100° il se décompose lentement, de telle sorte que, si on le chauffe pendant quelques heures en tubes scellés vers 100°, le liquide d'abord incolore est devenu vert d'eau et ce changement de teinte prouve la formation de composés plus bromés qui ont cette teinte; de plus, la température de distillation sous pression réduite du liquide extrait des tubes s'élève progressivement et d'une façon continue, de celle qui correspond à $PSCl^3$ jusqu'à celle de $PSClBr^2$ et même au delà, par suite de la présence d'un peu de bromure $PSBr^3$. On peut donc admettre que, sous l'action de la chaleur, la décomposition principale est représentée par l'équation

$$2PSCl^2Br = PSCl^3 + PSClBr^2,$$

ce dernier corps étant susceptible de se décomposer à son tour en $PSBr^3$ et composés moins bromés.

» Le second produit de fractionnement est le chlorobromure $PSClBr^2$ qui distille vers 95° sous pression réduite à 6^{cm}. C'est un liquide couleur vert d'eau, fumant légèrement à l'air, lentement décomposable par l'eau et se comportant vis-à-vis des autres réactifs à peu près de la même façon que le chloro-bromure $PSCl^2Br$. Son analyse a été faite comme celle de ce dernier; elle a donné les nombres suivants, dans l'appréciation desquels il

faudra faire entrer en ligne de compte les difficultés qu'elle présente et les légères incertitudes de l'analyse indirecte. Les deux analyses de Cl, Br proviennent de fractionnements différents.

	Analyses.		Théorie.
Cl pour 100........	12,54	12,37	13,73
Br »	63,52	62,62	61,89
S »	12,15		12,37
P »	11,88		11,99

» Il se comporte, sous l'action du froid, comme $PSCl^3$ et $PSCl^2Br$ et le corps solide obtenu, à peu près incolore, fond à $-6°$; sa densité à $0°$ est égale à 2,48. Il est peu stable sous l'action de la chaleur et se dédouble, quand on le chauffe en tubes scellés à 100°, en $PSBr^3$, $PSCl^2Br$ et $PSCl^3$.

» Le résidu des fractionnements est du bromure $PSBr^3$, qui est, comme on sait, un corps solide jaunâtre à la température ordinaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'air et du peroxyde d'azote sur quelques composés halogénés du bismuth.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« J'ai mentionné, dans ma dernière Note à l'Académie ([1]), l'action du peroxyde d'azote sur le trichlorure de bismuth. J'ai montré qu'à froid on obtenait un chlorure nitré, décomposable par l'eau; à chaud, un oxychlorure correspondant à la formule BiOCl. J'ai pensé qu'il serait intéressant d'étudier l'action de ce même oxydant sur les bromures et iodures correspondants.

» *Action du peroxyde d'azote sur le tribromure.* — Du tribromure a été placé dans une nacelle qu'on introduisait dans un tube de verre parcouru par un courant de AzO^2. Presque aussitôt, celui-ci perd sa coloration gris rougeâtre et prend à sa surface une coloration jaune. Même à température ordinaire, mais plus facilement à une température un peu plus élevée, il entre bientôt en fusion tout en perdant du brome. Puis, peu à peu, le liquide rouge hyacinthe qui a pris naissance se recouvre d'une poudre jaune rougeâtre qui constitue un oxybromure. Il suffit d'élever légèrement la température et de prolonger suffisamment le temps de chauffe pour obtenir dans la nacelle un résidu blanc cristallin qui se présente en petites lamelles extrêmement brillantes, tout à fait comparables à l'oxychlorure BiOCl. Soumis à l'analyse, cet

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 mars 1896.

oxybromure correspond exactement à la formule Bi O Br. Cet oxybromure, qui est le produit final de l'action de l'eau sur le tribromure, ne peut être converti en oxyde par l'action prolongée du peroxyde d'azote, même à température élevée. Chauffé très fortement au contact de l'air, il fond en un liquide pâteux, rougeâtre, et le résidu renferme toujours de très grandes quantités de brome. Du reste, il semble partager toutes les propriétés de l'oxychlorure. Soluble dans l'acide chlorhydrique, dans l'acide bromhydrique, l'acide azotique le dissout facilement, surtout à chaud. Si l'on évapore cette solution azotique, on retrouve l'oxybromure inaltéré. L'acide sulfurique concentré le dissout très mal, mais le transforme totalement en un mélange de sulfate neutre et de sulfate basique [$Bi^2(SO^4)^3$ et $Bi^2O^3.2SO^3$].

» *Action de l'air sur le tribromure.* — Chauffé au contact de l'air, le bromure se sublime presque totalement en petits cristaux très nets. Cependant on obtient, presque toujours, un résidu plus ou moins abondant en élevant graduellement la température. Ce résidu est de l'oxybromure correspondant également à la formule Bi O Br.

» *Action du peroxyde d'azote sur le tri-iodure.* — L'iodure de bismuth préparé par voie humide, soumis à l'action du peroxyde d'azote dans les mêmes conditions, conduit à des résultats analogues. Il perd de l'iode, dès la température ordinaire, et prend une coloration rose violacé; mais, par une action prolongée du gaz, tout l'iode est éliminé et le produit final de la réaction est de l'oxyde de bismuth Bi^2O^3, blanc lorsqu'on a opéré à basse température, jaune lorsqu'on a opéré à température élevée. M. Godefroy mentionne, dans l'*Encyclopédie chimique* (article *Bismuth*), l'action de l'acide nitreux sur l'iodure Bi OI. Malheureusement, il ne cite pas le Mémoire original. Je n'ai donc pu savoir dans quelles conditions il fallait se placer pour obtenir cet oxysel; mais, en opérant comme je l'ai fait, c'est-à-dire en faisant passer du peroxyde d'azote sur du tri-iodure, on ne l'obtient jamais, quelle que soit la température où l'on fait l'expérience; à température ordinaire, en effet, l'oxyiodure est lui-même très rapidement attaqué et se transforme totalement en oxyde de bismuth.

» *Action de l'air sur le tri-iodure.* — C'est toujours l'oxyiodure BiOI qui prend naissance lorsqu'on chauffe modérément de l'iodure à l'air. Si la température s'élève, il se transforme en oxyde, comme l'a parfaitement démontré Schneider [1].

» *Action du peroxyde d'azote sur le bichlorure* $BiCl^2$. — On sait que le bismuth forme, avec les halogènes, deux séries de composés : la première, bien connue, BiR^3; la seconde, sur laquelle de nombreuses recherches sont nécessaires, semble avoir pour formule générale BiR^2.

» En réalité, le chlorure seul correspond à cette formule; les analyses des produits qu'on regarde comme étant les sous-bromure et sous-iodure paraissent s'accorder bien mieux avec la formule Bi^2R^3. Je m'occuperai ici de l'action de l'air et du peroxyde d'azote sur le bichlorure.

» Ce composé a été préparé par l'action ménagée du chlore sur le bismuth. On l'obtient ainsi à l'état cristallin sous forme d'une masse noire, non fusible à 300°. Soumis à l'influence du peroxyde d'azote, ce composé perd du chlore à froid et se

---

(1) *Berlin. Akad.*, p. 59; 1860.

recouvre d'une poussière blanche. La réaction se fait mieux en élevant un peu la température; elle est terminée quand le contenu de la nacelle ne donne plus à l'eau de réaction acide. Du reste, le corps qu'on obtient ainsi se présente sous la forme de petites lamelles brillantes, et est tout à fait semblable au composé obtenu avec le trichlorure. L'analyse montre, en effet, que c'est bien l'oxychlorure BiOCl.

» *Action de l'air sur le bichlorure.* — De ces expériences, il paraît résulter nettement que le peroxyde d'azote agit sur les corps BiR^3, comme le fait l'air lui-même; toutefois, l'action de ce gaz sur l'iodure nous montre qu'il jouit de propriétés oxydantes plus énergiques que l'oxygène atmosphérique. En général, les réactions sont plus faciles avec le composé oxygéné de l'azote et se passent toujours à température moins élevée.

» M. Dehérain ([1]) a obtenu, en chauffant à l'air du bichlorure, un résidu contenant à la fois du chlore et de l'oxygène. D'après lui, cet oxychlorure correspondrait à la formule $Bi^4Cl^2O^3$. On peut l'envisager comme dérivant de 2 molécules $(Bi^2Cl^4)^2$ par substitution de 3 atomes d'oxygène bivalents à 6 atomes de chlore monovalents. Cette formule méritait d'être vérifiée.

» Le bichlorure de bismuth a été placé dans un verre de montre et chauffé au voisinage de son point de fusion. Il se volatilise une quantité notable de chlorure $BiCl^3$, et l'on obtient comme résidu un composé correspondant exactement à la formule BiOCl. Il jouit du reste de toutes les propriétés de cet oxychlorure, et l'analyse ne peut laisser aucun doute sur sa formule.

» On peut résumer rapidement l'action de l'air et du peroxyde d'azote sur les composés halogènes du bismuth dans le Tableau suivant :

	Action de l'air.	Action de AzO^2.
$BiCl^3$	BiOCl	$BiCl^3.AzO^2$ puis BiOCl
$BiBr^3$	BiOBr	BiOBr
BiI^3	BiOI puis Bi^2O^3	Bi^2O^3
$BiCl^2$	BiOCl	BiOCl

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« La réaction des chlorures d'acides sur les hydrocarbures en présence du chlorure d'aluminium a reçu de nombreuses applications; je me suis proposé de l'étendre à un chlorure d'acide spécial, le chlorure d'éthyloxalyle et d'arriver par là à la synthèse d'éthers glyoxyliques substitués par des

([1]) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 724.

radicaux aromatiques

$$C^6H^6 + Cl - CO - CO^2 - C^2H^5 = HCl + C^6H^5 - CO - CO^2C^2H^5.$$

» Une tentative de ce genre a été faite, il y a longtemps, par un savant allemand, L. Roser (*D. chem. Ges.*, t. XIV, p. 940 et 1750, et *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXVI, p. 450, et t. XXXVII, p. 69), qui employait le chlorure d'isoamyloxalyle faute d'avoir pu se procurer l'éther éthylique en quantité suffisante. Peut être faut-il attribuer à cette circonstance son insuccès presque complet; il a obtenu l'acide *p* crésylglyoxylique seulement à l'état impur; quant à l'acide phénylglyoxylique, il n'a pu que le caractériser par une réaction colorée.

» Je me suis procuré abondamment le chlorure d'éthyloxalyle en me servant d'un procédé indiqué par Anschütz (*D. chem. Ges.*, t. XIX, p. 2158). La réaction attendue se réalise aisément en faisant couler goutte à goutte sur une molécule de chlorure d'aluminium $AlCl^3$, recouvert d'une petite quantité de sulfure de carbone, un mélange d'une molécule de chlorure d'éthyloxalyle et d'un peu plus d'une molécule de l'hydrocarbure aromatique. On chauffe légèrement au début pour amorcer la réaction.

» Ce produit obtenu, traité par l'eau, lavé et rectifié dans le vide, fournit, avec un excellent rendement, l'éther glyoxylique substitué, facile à séparer de l'hydrocarbure inaltéré, grâce à son point d'ébullition élevé.

» Ces éthers constituent des produits très stables, généralement liquides et incolores et d'une odeur assez désagréable.

» La potasse alcoolique les saponifie en les résinifiant; la soude aqueuse bouillante donne, au contraire, d'excellents résultats et fournit des sels d'où l'on peut, sans difficulté, extraire les acides glyoxyliques. On peut obtenir directement ces acides en saponifiant par la soude le produit brut débarrassé du sulfure de carbone.

» Les acides glyoxyliques de la série aromatique sont cristallisés, un peu solubles dans l'eau, à laquelle ils se combinent; ils distillent sans altération dans le vide, au moins les premiers termes de la série; mais la distillation à l'air les décompose, comme l'a indiqué Claisen, en un mélange de l'aldéhyde et d'acide, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

» La réaction du chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques est aussi générale que celle des autres chlorures d'acides; comme elle, elle peut s'étendre aux éthers oxydes des phénols, tels que l'anisol et le vératrol, mais non pas aux phénols eux-mêmes, ni à leurs éthers acides.

» Quand la substitution d'un atome d'hydrogène par le groupement $CO\text{-}CO^2C^2H^5$, dans un hydrocarbure aromatique, peut donner naissance à plusieurs isomères, j'ai constaté qu'il ne s'en formait généralement qu'un seul qui est le dérivé para, si sa formation est possible. Ainsi le toluène fournit seulement du paracrésylglyoxylate d'éthyle, le métaxylène le 2,4 métaxylèneglyoxylate d'éthyle, l'anisol le paraméthoxyphénylglyoxylate d'éthyle.

» La préparation des acides glyoxyliques de la série aromatique n'avait jamais jusqu'ici été réalisée d'une façon pratique. Le procédé de Claisen, fondé sur l'emploi des cyanures d'acides est fort pénible et nécessite l'emploi des homologues de l'acide benzoïque, déjà fort difficiles à préparer. La même observation s'applique à un autre procédé de Claisen, fondé sur la réaction des homologues du mercure-phényle sur l'éther chloroxalique et au procédé de Claus qui consiste dans l'oxydation, par le permanganate, des acétones aromatiques mixtes.

» L'intérêt de la préparation des acides glyoxyliques de la série aromatique réside dans la grande facilité avec laquelle ils se prêtent à une foule de transformations. Claus a montré leur transformation aisée en acides phénylglycolique et phénylacétique substitués; Gaull s'en est servi pour la préparation des nitriles au moyen de l'hydroxylamine; de plus, le dédoublement observé par Claisen permet d'espérer de préparer aisément, grâce à eux, les acides et même les aldéhydes aromatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de séparation des méthylamines*. Note de M. **Marcel Delépine**.

« Les réactions qui engendrent les amines par l'action de l'ammoniaque sur les éthers d'acides minéraux RX ne donnent jamais une seule amine, mais, en général, les sels des quatre amines prévues par l'équation

$$n\text{RX} + n\text{AzH}^3 = \text{AzH}^{4-n}\text{R}^n\text{X} + (n-1)\text{AzH}^4\text{X},$$

où n varie de 1 à 4.

» De là, la nécessité d'une séparation pour se procurer les amines formées à l'état de pureté. La méthode classique est celle de A.-W. Hofmann; elle réside dans l'emploi de l'oxalate d'éthyle et elle est trop connue pour y insister davantage. Nous ferons seulement remarquer que, d'après

O. Vallach ([1]), elle n'est pas aussi exacte qu'on le croyait. En 1879, MM. Duvillier et Buisine s'en sont servis pour séparer les méthylamines du chlorhydrate de triméthylamine commercial ([2]), après l'avoir modifiée pour la rendre plus exacte, mais en augmentant le nombre des manipulations. Quant à la méthode de Heintz ([3]), elle repose sur l'emploi de l'acide nitreux; outre le désavantage de détruire l'amine primaire, elle n'est pas applicable aux méthylamines, d'après M. J. Bode ([4]); le réactif nitreux change partiellement la triméthylamine en ammoniaque.

» J'ai donc cru utile de présenter une méthode nouvelle et pratique, applicable aux méthylamines. Cette méthode repose sur ces faits, récemment établis par M. Henry, que l'aldéhyde formique donne avec la monométhylamine un composé bouillant à 166° $(CH^2 = Az - CH^3)^3$, avec la diméthylamine des composés $CH^2\langle{}^{OH}_{Az(CH^3)^2}$ et $CH^2[Az(CH^3)^2]^2$ bouillant entre 80°-85° ([5]). Enfin, j'ai supposé que la triméthylamine, n'ayant plus d'hydrogène typique, ne donnerait aucune combinaison.

» On obtiendra donc trois produits bouillant à 166°, 80°-85° et 9° (température d'ébullition de la triméthylamine), au lieu de la méthylamine, de la diméthylamine et de la triméthylamine, qui bouillent à — 3°, 8° et 9°, c'est-à-dire qu'on aura des intervalles dans les points d'ébullition permettant le fractionnement par distillation.

» Voici comment il convient d'opérer :

» Après avoir éliminé le sel quaternaire et le sel ammoniacal par les procédés connus, on verse la solution concentrée des chlorhydrates d'amines sur de la soude caustique en morceaux et l'on reçoit les gaz dans une solution d'aldéhyde formique commerciale à 40 pour 100 continuellement refroidie par un courant d'eau. L'absorption se fait avec un dégagement de chaleur, une augmentation de volume et une diminution de densité considérables.

» Le liquide obtenu, contenant la triméthylamine et les combinaisons méthyléniques de la diméthylamine et de la monométhylamine, est ensuite versé sur un poids égal de potasse caustique contenue dans un ballon relié à un réfrigérant ascendant; un long tube descendant conduit les gaz de la partie haute du réfrigérant dans un dissolvant. Au contact de la potasse, la majeure partie de la triméthylamine se dégage et va se dissoudre; en même temps le liquide du ballon s'échauffe légèrement et se

([1]) *Revue de la Soc. chim.*, t. XXV, p. 79.
([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 48 et 709.
([3]) *Ann. Chemie und Pharm.*, t. CXXXVIII, p. 319.
([4]) *Liebig's Ann. der Chem.*, t. CCLXVII, p. 258.
([5]) *Bull. Ac. roy. Belgique*, 3e série, t. XXVI, p. 200.

sépare en deux couches dont la supérieure, contenant les bases méthyléniques, et la triméthylamine restée dissoute est versée dans un flacon sur son poids de potasse caustique et soumise après déshydratation à la distillation fractionnée.

» A cause de la triméthylamine on distille d'abord à basse température jusqu'à 15°-20°, et en recueillant dans des matras refroidis vers 5°. Ce qui ne se condense pas est amené dans des flacons de Woulf et constitue une nouvelle quantité de triméthylamine pure.

» Ce qui s'est condensé est de la triméthylamine presque pure et il suffit de laisser le flacon qui la contient se réchauffer à la température ordinaire pour la faire distiller.

» On continue ensuite la distillation jusqu'à 170°. Par une deuxième et une troisième distillation on obtient deux portions : 67-68 et 166, les portions intermédiaires étant insignifiantes.

» La portion 67-68, inattendue, représente un mélange répondant assez bien à la formule $CH^2[Az(CH^3)^2]^2 + CH^3OH + \frac{1}{3}H^2O$. On a pu y démontrer la présence de l'alcool méthylique et de l'eau; cet alcool provient de la formaldéhyde commerciale qui en contient toujours. La portion 67-68 remplace la portion prévue, bouillant à 80°-85.

» Pour régénérer les amines de ces combinaisons, il suffit de la faire bouillir avec un mélange d'alcool et d'acide chlorhydrique : l'amine se combine à l'acide et l'aldéhyde formique donne avec l'alcool l'acétal correspondant $CH^2(OC^2H^5)^2$. Exemple :

$$CH^2 = AzCH^3 + HCl + 2C^2H^5OH = CH^3AzH^2, HCl + CH^2(OC^2H^5)^2.$$

De cette façon, on évite les réactions secondaires qui résultent de l'action de l'aldéhyde formique, à chaud, sur les chlorhydrates de mono ou de diméthylamine ([1]). Le sel évaporé à siccité et repris par l'alcool absolu bouillant est abandonné par ce véhicule en cristaux purs.

» On obtient donc ainsi la triméthylamine en solution caustique pure et les deux autres amines sous forme de chlorhydrates purs. Dans une prochaine Note, j'espère pouvoir indiquer quelques caractères des sels des méthylamines séparés par cette méthode qui, comme on le voit, est simple et ne nécessite pas, comme la méthode à l'oxalate d'éthyle, la dessiccation des amines. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Synascidies du genre* Colella, *et le polymorphisme de leurs bourgeons*. Note de M. **Maurice Caullery**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le genre *Colella*, créé par Herdman pour des Synascidies rapportées par l'expédition du *Challenger*, appartient à la famille des *Distomidæ* et est

---

([1]) Plöehl, *D. Ch. G.*, t. XXI, p. 2117; *Bull. Soc. Ch.*, t. I, p. 370.
Brochet et Cambier, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 559.

très voisin de *Distaplia*. Parmi les Ascidies composées du Muséum, dont M. Edm. Perrier m'a confié l'étude, figurent un certain nombre de représentants de ce genre, provenant, les uns d'Australie (expédition de l'*Astrolabe*), les autres du cap Horn. J'ai pu, grâce à ces matériaux, acquérir sur l'anatomie de ces animaux, sur leurs affinités et sur leur blastogénèse, un certain nombre de données que j'exposerai ultérieurement avec détails. J'indiquerai seulement ici les points suivants :

» 1° Les espèces que j'ai eues entre les mains présentent toutes quatre rangées de trémas. Une disposition particulièrement caractéristique est à signaler : la deuxième et la troisième rangée s'écartent l'une de l'autre dans leur portion voisine de l'endostyle, de façon à laisser entre elles, sans perforation trématique, un espace triangulaire. Les trémas ne sont pas divisés en deux moitiés par une bandelette transversale, comme cela a lieu chez *Distaplia*. Ces deux caractères me paraissent très propres à délimiter le genre *Colella*.

» 2° Les Cormus que j'ai examinés sont unisexués, fait déjà constaté par Herdman pour plusieurs espèces; de plus, sur un Cormus femelle, les bourgeons ne présentent que des ovules, sur un Cormus mâle, que des vésicules spermatiques; autant que me le permettent les matériaux dont je dispose, j'en conclus qu'il y a là, pour chaque Cormus, une sexualité déterminée, persistant la même, au moins pendant un certain nombre de générations blastogénétiques, comme je l'ai déjà signalé pour *Distaplia magnilarva*.

» 3° Les faits observés me conduisent à considérer l'origine des bourgeons comme identique à celle qui a été décrite par Kovalewsky, Della Valle et Salensky, pour *Distaplia*. Je n'ai rien vu qui puisse faire admettre un bourgeonnement aux dépens du prolongement ectodermique inférieur des individus, ainsi que l'avait cru Herdman.

» Mais je veux insister surtout sur une particularité curieuse des bourgeons, dans un groupe d'espèces. Ce sont celles où le Cormus se compose d'une tête plus ou moins globuleuse, portée par un long pédoncule, de façon que l'ensemble rappelle assez un champignon.

» Si l'on étudie le pédoncule, on voit qu'à sa périphérie la cellulose de la tunique est compacte et résistante, tandis que la région centrale est formée par les grandes cellules vésiculeuses, si fréquentes chez d'autres Tuniciers. C'est cette région centrale qui renferme les bourgeons, souvent accumulés en grand nombre et pressés les uns contre les autres. Il semble bien que, quand l'évolution d'une génération est terminée, la partie globuleuse terminale du Cormus où elle se trouvait soit amputée et que le pédoncule régénère une tête nouvelle par le développement des bourgeons qu'il contient.

» En examinant les bourgeons, dans les diverses portions d'*un même Cormus*, on constate les faits suivants :

» *a*. Au voisinage immédiat de la tête du Cormus, on trouve des bourgeons à tout état de développement, rappelant beaucoup par leur structure ceux de *Distaplia*, et

ne renfermant pas de substances de réserve. La vésicule externe de ces bourgeons est formée par un épithélium très aplati et très mince. Les plus âgés de ces bourgeons pénètrent dans la tête du Cormus. Ils évoluent probablement aussitôt constitués.

» *b*. Au contraire, dans les parties du pédoncule éloignées de la tête du Cormus, les bourgeons, au début de leur développement, ont extérieurement l'aspect d'œufs riches en vitellus. En les étudiant, on constate qu'au centre se trouve un groupe de cellules dépourvues de réserves, correspondant à la vésicule interne et aux cellules mésenchymateuses des bourgeons *a*, et que toutes les réserves, dont l'aspect et les réactions sont celles du vitellus, sont accumulées dans les cellules de la vésicule externe. Les rapports de grandeur de la masse centrale et de la couche ectodermique ainsi modifiée sont souvent ceux de la vésicule germinative et de l'œuf entier dans une Ascidie composée, au moment où la vésicule germinative est le mieux développée. Ces bourgeons restent très probablement un temps long et d'ailleurs variable avant d'évoluer. Dans le développement, tous les organes se forment aux dépens des cellules internes, l'ectoderme chargé de réserves étant une simple enveloppe dont l'épaisseur diminue graduellement.

» Il serait très intéressant d'étudier minutieusement l'organogénèse dans ces bourgeons *b* et de la comparer à celle des bourgeons *a*. Je n'ai pu le faire aussi complètement que j'aurais désiré, la présence de ce vitellus rendant les coupes difficiles à pratiquer sur des matériaux déjà anciens et qui n'ont pas été préparés d'une façon spéciale pour ces recherches histologiques.

» Néanmoins, des faits observés, je puis conclure, avec certitude presque entière, que l'organogénèse est la même dans les deux cas. Il y a d'ailleurs, entre les types extrêmes de bourgeons, des formes transitionnelles où les réserves sont plus ou moins abondantes.

» Cet exemple de polymorphisme des bourgeons me paraît très intéressant pour les raisons suivantes :

» 1° Il est lié à une forme spéciale des Cormus; je ne l'ai pas constaté dans les espèces où le pédoncule n'est pas nettement séparé de la partie renfermant les ascidiozoïdes adultes. Les bourgeons chargés de réserves sont ceux qui, par leur position, ne se développeront pas immédiatement. Il semble qu'ils puissent évoluer par eux-mêmes ; or il est probable qu'ils régénèrent la colonie quand la tête est amputée, et il serait très curieux de réaliser sur ces formes des traumatismes à l'état vivant (¹), de supprimer la tête, par exemple, et d'étudier la réaction consécutive du pédoncule. Je rappellerai aussi que cette disposition est analogue à d'autres que présentent certaines Ascidies composées au moment de l'hivernage.

» 2° Mais ces faits me semblent surtout importants pour l'histoire générale du bourgeonnement chez les Ascidies. La paroi externe du bourgeon

(¹) Malheureusement, elles semblent jusqu'ici limitées aux mers australes.

provient toujours de l'ectoderme du parent, et la vésicule interne est, en général, d'origine endodermique. L'étude de la blastogénèse montre cependant que c'est cette vésicule interne qui fournit tous les organes du blastozoïde, même ceux, comme la cavité péribranchiale et le système nerveux, qui, chez l'oozoïde, étaient ectodermiques. La vésicule externe est réduite au rôle de tégument. Nous la voyons ici se charger de réserves, fait déjà remarquable, puisqu'en général les réserves se localisent dans les tissus endodermiques ou mésodermiques. Mais cette nouvelle fonction me paraît de plus s'accorder avec le fait que ce tissu a, chez les formes voisines, perdu tout pouvoir organogénétique, celui-ci étant passé entièrement à la vésicule interne. L'accumulation de réserves vitellines dans les cellules de cette paroi serait un nouveau pas dans cette modification progressive du feuillet ectodermique dans la série phylogénique de la blastogénèse.

» 3° Cette variabilité dans le bourgeon rappelle enfin, sans leur être identique, les phénomènes classés par Giard sous le nom de *pœcilogonie*. »

ZOOLOGIE. — *Sur les néphridies de* Branchiobdella varians (*var.* Astaci) [1]. Note de M. **D.-N. Voinov**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Pendant l'année 1895, j'ai étudié l'appareil excréteur de *Branchiobdella varians* (var. Astaci), parasite que j'ai trouvé quelquefois en grande quantité, sur les branchies des écrevisses apportées sur le marché de Bucharest.

» Malgré les travaux de Henle, Keferstein, Dorner, Lemoine, Voigt, etc., sur l'organisation générale de cet animal, l'organe excréteur était insuffisamment connu. On savait seulement que chaque néphridie se composait de cinq régions qui sont, de l'intérieur vers l'extérieur : 1° l'entonnoir vibratile; 2° la glande rouge (d'Odier); 3° le cordon canaliculaire; 4° le canal excréteur (efférent); 5° la vésicule terminale. On ignorait cependant la structure de ces différentes parties et leur véritable relation; en outre, aucune interprétation générale de cet organe compliqué n'avait été donnée.

» J'ai étudié l'appareil excréteur par transparence, chez l'animal vivant et par la méthode des sections microscopiques; les résultats auxquels je suis arrivé peuvent être brièvement résumés de la manière suivante :

» L'entonnoir se compose d'un corps, l'entonnoir proprement dit, et

---

[1] Travail du laboratoire de Morphologie de Bucharest.

d'un pédoncule qui lui fait suite. Il est situé du côté ventral et s'ouvre, d'une part, dans la cavité générale de l'animal, et, d'autre part, dans la glande rouge, avec laquelle il communique par le pédoncule. Cette première partie de la néphridie est pourvue d'un revêtement ciliaire continu, à mouvement dirigé vers la glande rouge. La forme de l'entonnoir proprement dit est celle d'une coupe à bords droits et ciliés; son diamètre longitudinal est de $0^{mm},10$, et son plus grand diamètre transversal de $0^{mm},075$. L'entonnoir et le pédoncule peuvent se mouvoir à l'intérieur de la cavité du segment, dans toutes les directions, autour de leur base de fixation.

» La glande rouge d'Odier est un corps lobé, de couleur rouge brun chez l'animal adulte. A cause de sa structure et de ses connexions, je l'ai appelée *capsule,* du nom de la région correspondante dans les néphridies des Hirudinées. Dans cette glande, il faut distinguer deux sortes de formations : 1° un système de lacunes irrégulières, communiquant entre elles, qui la traversent dans toutes les directions, en lui donnant un aspect spongieux; 2° un système de canaux réguliers. Les premières appartiennent en propre à la capsule, étant creusées dans sa substance même, tandis que les secondes ne font que la traverser, établissant la communication entre la capsule et la troisième partie néphridienne, qui est le cordon canaliculaire.

» Le pédoncule de l'entonnoir s'ouvre dans une lacune de la capsule. Une de ces lacunes, très agrandie, contient à son intérieur une masse cellulaire compacte, analogue au contenu de la capsule des Hirudinées, et dans laquelle se trouvent accumulées des granulations pigmentaires rouge brun. Sur les parois des lacunes sont fixés des flagellums, dirigés dans tous les sens, ce qui indique une grande complication de direction dans le mouvement du liquide lacunaire. Sur les sections, on voit la capsule divisée en lobes distincts, moulés les uns sur les autres, ce qui montre qu'elle est formée par un canal pelotonné, dont les parois se sont fusionnées.

» Le cordon canaliculaire correspond à la région que les naturalistes allemands nomment « Schleifenorgan », dans l'appareil excréteur des Hirudinées. Il est traversé dans toute sa longueur par quatre canaux, qui communiquent deux à deux, à son extrémité libre, ce qui a fait croire à Lemoine (1880) qu'il est formé par deux paires de canaux accolés. En réalité, la direction du courant indiquée par les flagellums à l'intérieur de ces canaux, ainsi que leur rapport avec les formations canaliculaires de la capsule, nous obligent à considérer le « Schleifenorgan » comme un seul et unique canal. Après avoir pris naissance dans le système lacunaire de

la capsule, il se replie quatre fois sur lui-même, en fusionnant ses faces de contact, et se continue ensuite par le canal excréteur.

» La communication, entre eux, de ces soi-disant quatre canaux, ainsi que la continuation du « Schleifenorgan » avec le canal excréteur, ont lieu dans la capsule. Contrairement aux assertions des auteurs précédents, la cavité interne du canal excréteur est complètement dépourvue de cils vibratiles et de flagellums.

» La vésicule terminale, de forme ovale, s'ouvre directement à l'extérieur par l'orifice excréteur; elle a un diamètre longitudinal de 80 à 90μ, à l'état d'extension. Elle est formée par une invagination tégumentaire. Sa paroi est constituée par trois couches successives, qui sont, à partir de l'intérieur : une couche épithéliale, revêtue d'une cuticule, et qui représente l'ectoderme; une couche musculaire moyenne, formée par les fibres circulaires de la paroi du corps, et une mince membrane externe. Il n'y a pas de cils vibratils à son intérieur.

» L'appareil excréteur de *Branchiobdella* a la même structure que l'appareil correspondant des Hirudinées et semble être de nature intra-cellulaire; le protoplasma présente autour des cavités de fortes striations radiaires. Des noyaux sont épars à son intérieur, mais il n'existe pas de membranes délimitant des corps cellulaires.

» Toute la surface de la néphridie est enveloppée par le péritoine, qui constitue des ligaments et qui présente en certains endroits de grosses cellules péritonéales, granuleuses.

» Je n'ai pas fait d'expériences directes pour déterminer le rôle physiologique des néphridies de *Branchiobdella* (je me propose de combler prochainement cette lacune), mais les observations faites sur le vivant me permettent d'affirmer que, en outre des excrétas liquides, ces organes absorbent aussi des corps solides. Ces derniers proviennent de la fragmentation des cellules chloragogènes, détachées de l'intestin, et trop grosses pour pénétrer dans l'entonnoir vibratile. Je n'ai jamais vu de corps solides à l'intérieur du *Schleifenorgan* ni dans la vésicule terminale. Les particules solides qui ont pénétré par l'entonnoir s'arrêtent dans les lacunes capsulaires, où, probablement, elles se détruisent. Il est possible que l'accumulation de pigment de la masse cellulaire, que j'ai décrite, dans la capsule provienne de cette destruction. »

PHYSIOLOGIE. — *Formation d'une substance anticoagulante par le foie en présence de la peptone.* Note de M. C. Delezenne.

« Fano ([1]), Grosjean ([2]), etc., ont établi que la peptone, ou plus exactement les propeptones, n'agissent pas par elles-mêmes pour rendre le sang incoagulable, mais que vraisemblablement elles provoquent dans l'organisme la formation d'une autre substance, seule douée de propriétés anticoagulantes.

» Cette opinion est appuyée sur les faits suivants : 1° la peptone n'a pas d'action spécifique sur la coagulation *in vitro;* 2° injectée dans le torrent circulatoire elle en disparaît rapidement alors que le sang reste longuement incoagulable; 3° son action est variable suivant les espèces : très active chez le chien, elle ne produit chez le lapin aucune modification sensible de la coagulabilité. On peut cependant rendre le sang de cet animal incoagulable en lui transfusant du sang de chien propeptoné.

» Jusque dans ces derniers temps on ne s'était guère préoccupé de savoir dans quel organe et par quel mécanisme se forme, sous l'influence de la peptone, la substance qui suspend la coagulation.

» Contejean ([3]) a montré le premier que le foie ou la masse intestinale devaient jouer un rôle prépondérant dans son élaboration; mais il n'a pu en localiser exactement la production; il suppose que toutes les cellules de l'organisme sont capables de la former, le foie et la masse intestinale ne se distinguant que par une superactivité notable. Plus récemment, Gley et Pachon ([4]), se basant sur ce fait qu'une injection de peptone ne produit pas ses effets habituels chez le chien si l'on a pratiqué au préalable la ligature des lymphatiques du foie ou du canal cholédoque et sur ce que l'extirpation du foie donne les mêmes résultats négatifs, ont conclu en attribuant uniquement à cet organe la formation du produit anticoagulant.

» Starling ([5]) a contesté depuis les effets de la ligature des lymphatiques. Il a vu que, même après ligature simultanée des lymphatiques du foie et du canal cholédoque, la peptone agissait encore.

» J'ai répété, à mon tour, ces expériences : en pratiquant la ligature des lymphatiques, j'ai obtenu les mêmes résultats que Starling, tandis que, comme Gley et Pachon, j'ai toujours observé qu'après l'extirpation du foie la peptone n'agissait plus.

([1]) *Archiv. für Physiologie*, p. 277; 1881.

([2]) *Archives de Biologie*, t. XII, p. 381.

([3]) *Archives de Physiologie*, avril 1895.

([4]) *Comptes rendus*, 26 août 1895; *Archives de Physiologie*, octobre 1895; *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 23 novembre 1895.

([5]) *Journal of Physiology*, janvier 1896.

» Mais à elles seules ces dernières expériences permettent-elles d'affirmer sans réserve que le foie est l'organe formateur de la substance anticoagulante? Je ne crois pas.

» On pourrait supposer, en effet, que cette substance se forme non seulement dans le foie mais encore dans l'intestin, voire même exclusivement dans ce dernier. Si l'on n'a pas pratiqué au préalable la fistule d'Eck, l'extirpation du foie supprime la circulation dans la veine porte; il en résulte que, si la substance se formait dans l'intestin, elle ne pourrait rentrer dans le torrent circulatoire et y manifester ses effets. On pourrait encore supposer que le rôle du foie se borne à faire subir aux peptones certaines modifications qui leur permettent d'aller provoquer dans d'autres organes, peut-être même dans toutes les cellules de l'organisme, la formation définitive du produit anticoagulant. Des exemples d'associations fonctionnelles de ce genre ne sont pas rares en Physiologie, et certains faits, établis par Plosz et Gyergyai (1), pourraient plaider en faveur de cette hypothèse.

» Je me suis demandé si, par des expériences directes, il ne serait pas possible de toucher de plus près à la solution du problème. Ce sont les résultats de recherches entreprises dans cette voie que je me propose de relater.

» Sur un chien tué par piqûre du bulbe, le foie est rapidement extrait de l'abdomen et exprimé de la plus grande partie du sang qu'il contient. Une canule est introduite dans la veine porte, une autre dans la veine cave, à l'embouchure des veines sus-hépatiques. Au moyen d'un vase de Mariotte ou même d'une grande seringue à injections on fait pénétrer, dans cet organe encore vivant, du sérum artificiel ($NaCl$ à 6 pour 1000), dans lequel on a fait dissoudre dans les proportions de 1 pour 10 de la peptone de Wite.

» La solution est maintenue à la température de 38° et injectée assez rapidement. Parfois on laissait libre la canule adaptée à la veine cave et la solution peptonée ne faisait que traverser le foie. Le plus souvent on fermait cette canule et l'injection était poussée jusqu'à ce que le foie fût modérément distendu.

» Le liquide recueilli est reçu en proportions variables dans une série de verres à réactions. Dans une autre série on place en mêmes proportions la solution primitive de peptone. On fait écouler directement de l'artère fémorale d'un chien une quantité déterminée de sang dans chacun des verres. On agite légèrement pour que le mélange soit parfait, et l'on recueille dans un verre vide un échantillon de sang témoin.

» La coagulation se fait sans retard appréciable dans tous les verres renfermant la solution primitive de peptone; elle se produit, au contraire, plus ou moins tardivement dans ceux qui contiennent la solution peptonée après son passage à travers le foie. Dix à douze gouttes mélangées à 10^{cc} de sang suffisaient généralement pour suspendre la coagulation pendant

(1) *Archiv. für die gesammte Physiologie,* t. X, p. 536.

quelques heures; parfois une même quantité était capable de maintenir le sang liquide vingt-quatre, quarante-huit heures et plus, alors que dans d'autres cas le retard ne dépassait pas vingt à trente minutes. Mais, si faible que fût le retard, on observait toujours la précipitation des globules et la formation de plasma, résultat que l'on ne saurait obtenir avec la solution primitive de peptone. Ces différences relèvent sans doute de variations expérimentales ou individuelles, sur lesquelles je reviendrai en publiant le protocole détaillé des expériences.

» On sait que le lapin est réfractaire à l'action de la peptone; je me suis assuré qu'il suffit de faire passer cette dernière à travers le foie du chien pour que, immédiatement, elle manifeste ses effets chez le lapin.

» Des résultats ci-dessus rapportés, on peut conclure que, chez le chien : *si l'on fait circuler à travers le foie isolé une solution de peptone, il se produit dans cet organe une substance capable de suspendre la coagulation du sang.*

» Mais cette substance ne peut-elle pas se produire dans d'autres organes? Pour résoudre cette question, j'ai fait, dans les mêmes conditions expérimentales que pour le foie, des circulations artificielles dans l'intestin, la rate, le rein, le poumon, le cerveau, les muscles. Dans aucun cas je n'ai obtenu de liquide capable de retarder la coagulation du sang. Le plus souvent, au contraire, elle était légèrement accélérée.

» *Le foie paraît donc être le seul organe formateur de la substance anticoagulante.*

» Il était naturel de se demander par quel mécanisme se forme cette substance et quelle en est la nature?

» Deux hypothèses sont permises : ou bien le principe anticoagulant n'est autre que la peptone modifiée par le foie, ou bien c'est un produit de réaction de cet organe, une véritable sécrétion provoquée par la présence de la peptone. Certains faits militent en faveur de la première hypothèse.

» D'abord la rapidité avec laquelle le sang est rendu incoagulable par la peptone : 25 ou 30 secondes au plus après l'injection, la coagulation est déjà suspendue. Dans mes expériences, il suffisait, d'ordinaire, que la solution peptonée fût en contact quelques instants avec le foie pour qu'elle ait acquis ses propriétés actives. La disparition immédiate des peptones du torrent circulatoire (30 secondes après l'injection, suivant Fano) est encore un argument en faveur de cette hypothèse.

» L'expérience suivante me paraît enfin trancher la question : après une circulation artificielle de peptone ayant donné un liquide manifestement actif, on fait, avec le foie qui a servi à l'expérience, une série d'extraits; aucun d'eux ne possède de propriétés anticoagulantes, tous ont con-

servé, au contraire, les effets coagulants habituels des extraits d'organes.

» Ces résultats ne permettent guère d'admettre que la substance anticoagulante soit un véritable produit de sécrétion des cellules hépatiques. On s'expliquerait difficilement, en effet, que le principe actif élaboré dans l'intimité des éléments du foie en disparût d'une façon aussi rapide et aussi complète.

» J'ai vainement cherché à isoler le principe actif; généralement il est entraîné dans la précipitation des matières albuminoïdes. Cependant dans quelques cas, après précipitation des albumines coagulables par la chaleur, j'ai pu obtenir un filtratum actif résistant à une température prolongée de 100°. A l'air libre, ce liquide perd rapidement ses propriétés; il peut les conserver pendant un temps plus ou moins long, si l'on a soin de l'additionner de quelques gouttes de chloroforme et de le maintenir à l'abri de l'air ([1]). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des effets produits sur certains animaux par les toxines et les antitoxines de la diphtérie et du tétanos injectées dans le rectum*. Note de M. **Paul Gibier**.

« Dans plusieurs travaux publiés récemment, il a été fait mention de ce détail curieux que, dans certaines parties de l'Inde, les habitants empoisonnent le bétail de ceux dont ils désirent tirer vengeance, avec du venin de serpent administré d'une manière particulière. Des morceaux de chiffons sont imprégnés de ce venin et introduits de force, à l'aide d'un bâton, dans le rectum des animaux qu'ils veulent détruire. L'analyse biologique, faite récemment sur un extrait tiré de ces débris de linge, paraît avoir démontré qu'ils contenaient réellement une substance venimeuse. Le venin de serpent pourrait ainsi, de même que la plupart des poisons minéraux ou végétaux, canser la mort lorsqu'il est introduit dans le système par la voie rectale.

» La comparaison entre le venin des serpents et les toxines microbiennes ayant maintes fois été faite, il ne sera peut-être pas sans intérêt de faire connaître quelques recherches que j'ai faites sur les effets produits, sur les cobayes, les lapins et les chiens, par les injections rectales de deux des toxines et des antitoxines les mieux étudiées.

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

» Le 4 novembre 1895, un lapin de taille moyenne reçut, en injection rectale, 3^{cc} de culture diphtéritique, filtrée au papier, et d'un haut pouvoir toxique. Pendant les jours suivants, le même animal reçut jusqu'à 15^{cc} de la même toxine. Il resta vivant et ne parut pas souffrir de l'injection.

» La même expérience fut faite sur ce lapin avec de la toxine tétanique dont il reçut plusieurs doses de 3^{cc} jusqu'à concurrence de 15^{cc}. Résultat nul.

» Un chien terrier, auquel une dose de plusieurs centimètres cubes de tétanine fut administrée de la même manière, n'en ressentit aucun trouble. Quelques gouttes injectées sous la peau d'un deuxième et dans la veine tibiale d'un troisième chien déterminèrent un tétanos mortel.

» A la même date, trois cobayes reçurent, en plusieurs doses de 3^{cc}, une quantité de toxine diphtéritique égale à près de 20^{cc}. Un quart de centimètre cube de cette toxine injectée sous la peau suffisait pour causer la mort chez un animal de même poids. Malgré la dose relativement énorme qui leur fut injectée, ces cobayes ne parurent pas en souffrir.

» Une autre série de cobayes reçurent des doses de 3^{cc} d'une toxine tétanique dont un centième de goutte suffisait pour produire un tétanos mortel au bout de deux à quatre jours. Ces animaux ne présentèrent pas la moindre contracture et restèrent en bonne santé.

» Après ces résultats négatifs, il me parut peu probable que l'immunité pût être obtenue par la répétition des injections rectales de toxines. Cependant, ces injections furent continuées pendant un certain temps, de sorte que ces cobayes reçurent un volume des toxines de la diphtérie et du tétanos qui aurait suffi à immuniser un animal de grande taille si on l'eût méthodiquement injecté sous la peau. Une dose minima suffisante pour produire la mort par diphtérie ou par tétanos fut alors administrée en injections hypodermiques : tous les animaux en expérience périrent en même temps que les témoins.

» Une autre série d'expériences, faites avec les antitoxines de la diphtérie et du tétanos, a donné des résultats non moins intéressants si on les compare à ceux que M. le docteur Chantemesse a observés chez les enfants et qu'il a récemment fait connaître. Chez l'enfant, l'administration du sérum antidiphtéritique pourrait être faite par le rectum au lieu de l'injection sous-cutanée qui est parfois suivie de douleur locale, d'érythèmes, d'urticaire généralisés, etc. L'antitoxine injectée dans le rectum n'aurait aucun de ces inconvénients, pourrait être donnée à plus hautes doses et fournirait des résultats thérapeutiques non moins brillants que ceux obtenus avec l'aiguille hypodermique.

» Les conclusions qu'on peut tirer des expériences faites sur les cobayes sont toutes différentes, ainsi qu'on va le voir :

» Si l'on injecte un de ces animaux avec $0^{cc},5$ d'antitoxine diphtéritique contenant

près de 100 unités et que vingt-quatre heures plus tard on lui donne sous la peau une dose minima de toxine ou une goutte de culture du bacille de Klebs-Lœffler, la mort survient de vingt-quatre à trente-six heures après l'injection de toxine ou de la goutte de culture. L'œdème local est aussi volumineux que chez les animaux témoins qui survivent au moins aussi longtemps que ceux qui ont reçu l'injection rectale d'antitoxine. Les cobayes qui reçoivent sous la peau une quantité beaucoup moindre d'antitoxine dans la même expérience, vingt-quatre heures avant l'injection d'épreuve, résistent parfaitement et ne présentent pas trace d'œdème au point d'inoculation.

» L'expérience faite avec l'antitoxine du tétanos aboutit aux mêmes résultats : si l'on donne en injection rectale $0^{cc},5$ de sérum antitoxique à plusieurs millions et qu'une injection sous-cutanée d'une quantité mortelle minima de toxine tétanique soit faite, vingt-quatre heures après, au même animal, en même temps qu'à d'autres cobayes n'ayant reçu aucune injection préventive, pendant qu'une quantité infinitésimale de sérum antitoxique est donnée à un troisième lot, en injection sous-cutanée, on obtient des résultats comparables à ceux de l'observation suivante :

» Cobaye, ayant reçu l'injection rectale d'antitoxine, meurt le cinquième jour avec contractures tétaniques.

» Cobaye témoin, n'ayant pas reçu d'antitoxine, meurt le septième jour avec les mêmes symptômes.

» Cobaye ayant reçu une dose d'antitoxine équivalente au millionième de son poids, vingt-quatre heures avant l'injection de toxine, survit.

» En résumé, de ces expériences, on peut conclure que :

» 1° Chez les lapins, le chien et le cobaye tout au moins, l'injection rectale de doses relativement massives de toxines diphtéritique ou tétanique n'est suivie d'aucun effet apparent;

» 2° L'injection rectale des mêmes doses fortes de toxines, un grand nombre de fois répétée, ne produit pas le moindre degré d'immunité à l'égard de la toxine ainsi injectée;

» 3° L'injection rectale de doses d'antitoxines (*diphtérie* et *tétanos*), mille fois plus volumineuses que l'injection sous-cutanée préventive est impuissante à prévenir la mort produite par une dose minima de toxines de la diphtérie ou du tétanos;

» 4° La muqueuse rectale retient les principes des toxines et des antitoxines, si elle ne les détruit pas. Dans le cas où elle en permettrait l'absorption, il faudrait admettre que ces substances, transportées par le système porte jusqu'au foie, sont détruites par cet organe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches hydrographiques de M.* Spindler *dans le lac Peypous.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« M. Spindler, hydrographe russe, connu par ses recherches dans la mer Noire, le golfe Kara-Bougaz, etc., s'est occupé cette fois d'études hydrographiques dans le lac Peypous, qui se déverse, par le fleuve Narova, dans le golfe de Finlande. Il a trouvé que ce bassin, presque aussi vaste que le lac de Genève, n'a que 44 pieds = $13^{m},4$ de profondeur. L'eau y contient $0^{gr},17$ de vase par litre; par conséquent, elle est peu transparente et à la profondeur de 2^{m} ne permet pas de voir les objets qui couvrent le fond. Pendant des calmes prolongés elle se couvre d'une couche légère de végétation cryptogamique. La température de la surface du lac change avec les heures, et la différence entre la hauteur du thermomètre à 10^{h} du matin et celle de 3^{h} du soir atteint 2° C. Jusqu'à la profondeur de 32 pieds = 10^{m}, la température de l'eau est presque partout la même; mais à cette profondeur elle varie brusquement de 2° C., ce qui s'explique par le calme qui règne dans le fond du lac et l'agitation continuelle des couches superficielles. Le niveau du lac change avec les saisons de $4\frac{1}{2}$ pieds = $1^{m},5$. Il est curieux que la quantité de poissons dans le Peypous ne diminue pas avec le temps, mais augmente, probablement à cause d'une certaine régularité introduite dans la pêche. »

M^{me} veuve **Altschoul** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé, le 19 mars 1894, par M. *Isidore Altschoul* et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 4998, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Il renferme les Mémoires suivants : « Essai sur la pression hydraulique pour effectuer le mouvement d'un wagon » (renvoi à la Section de Mécanique); « Essai sur l'aimantation d'un cylindre par un courant d'air comprimé et humide » et « Essai sur la lumière électrique au moyen d'un électrophore » (renvoi à la Section de Physique); « Procédé contre l'explosion du grisou dans les houillères » (renvoi à la Section de Chimie).

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente, par l'organe de son Doyen, M. SCHLŒSING, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Reiset*.

En première ligne	M. **MÜNTZ**.
En deuxième ligne	M. **RISLER**.
En troisième ligne (ex æquo), *et par ordre alphabétique*	M. **LABOULBÈNE**. M. **MAQUENNE**. M. **TH. SCHLŒSING** fils.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 MAI 1896.

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par M. M. LŒWY, Sous-Directeur de l'Observatoire, et M. P. PUISEUX, Astronome adjoint à l'Observatoire. Premier fascicule comprenant : 1° Mémoire sur la constitution de l'écorce lunaire; 2° Image obtenue au foyer du grand équatorial coudé; 3° Héliogravures d'après les agrandissements sur verre de trois clichés des années 1894 et 1895. Paris, Imprimerie nationale, 1896; 1 vol. in-4° et 6 Planches in-f°. (Présenté par M. Maurice Lœwy.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART. Mai 1896. Tome VIII. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. E. MASCART. Nos 107 à 113; in-4°.

Guérison radicale de la Syphilis, par M. le Dr J.-F. Larrieu (de Monfort l'Amaury). Bourges, Tardy-Pigelet, 1894; in-8°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Cours de Géologie, par M. F. Priem, Agrégé des Sciences naturelles, Professeur au Lycée Henri IV. Paris, ancienne maison Quantin, 1896; vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Cours de Géométrie descriptive et de Géométrie infinitésimale, par M. Maurice d'Ocagne, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Chez nos aïeux. Un siècle d'observations, 1677-1789, par M. Ch. Lemenestrel. Dreux, Achard, 1895; in-18.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 28 avril 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. N° 1. Paris, Imprimerie nationale, mars 1896; 1 vol. in-8°.

Journal d'Hygiène; Climatologie, publié par M. le Dr Prosper de Pietra Santa. 30 avril 1896. Paris, Chaix; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique : M. Albert Robin, Professeur agrégé de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Doin; fasc. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1896. Mars; Cracovie, 1896; in-8°.

Revista geral dos trabalhos, publicaçâo periodica, descriptiva e estatistica, feita com autorisaçâo do Governo do Estado, sob a direcçâo do Engenheiro chefe : M. Franciso Bicalho. II. fevereiro de 1896. Rio de Janeiro, H. Lombaerts, 1896; vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 mai 1896.

Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal, par M. Gaston Darboux, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences. Quatrième Partie : *Déformation infiniment petite et représentation sphérique.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par M. Darboux.)

Traité de Mécanique rationnelle, par M. Paul Appell, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences. Tome deuxième : *Dynamique*

des systèmes. Mécanique analytique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par M. Appell.)

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU et R. RADAU. Mai 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Les Lapidaires de l'antiquité et du moyen âge, Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et de l'Académie des Sciences, par M. F. DE MÉLY. Tome I: *Les Lapidaires chinois.* Introduction, texte et traduction avec la collaboration de M. H. COURET. Paris, Ernest Leroux, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Berthelot.)

Les applications mécaniques de l'énergie électrique, par M. J. LAFFARGUE, Ingénieur-Électricien, ancien Directeur de l'Usine municipale d'électricité des Halles centrales de la ville de Paris. Paris, J. Fritsch, 1895; 2 vol. in-16. (Présenté par M. Lippmann.)

La Lèpre. Observations et expériences personnelles, par M. le Dr JULES GOLDSCHMIDT. Paris, 1894; 1 vol. in-8°.

Recherches sur l'origine probable des formations lunaires, par M. P. PUISEUX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Tisserand.)

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Paris, 1896; in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Mai 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la Société d'Astronomie.* Juin 1896. Directeur: M. JOSEPH VINOT; in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur: M. LOUIS OLIVIER. 30 avril 1896. Paris, Georges Carré; in-4°.

Archives d'Électricité médicale, expérimentale et clinique. Recueil mensuel fondé et publié par M. J. BERGONIÉ, Professeur de Physique médicale à la Faculté de Médecine de Bordeaux. Tome II. Deuxième année. Bordeaux, Féret et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble. 1894-1895. Tome III. Grenoble, Allier père et fils, 1896; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the California Academy of Sciences. Second series. Volume V. Part I. San Francisco, 1895; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 mai 1896.)

Note de M. *Maurice Hamy*, Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé :

Page 982, note, *au lieu de*

$$v - (1 - 2\theta\cos\psi)v + 2\theta = 0,$$

lisez

$$v^3 - (1 - 2\theta\cos\psi)v + 2\theta = 0.$$

Page 983, ligne 13, *au lieu de* compris entre o et π, *lisez* compris entre $-\pi$ et π.

Note de MM. *Victor Chabaud* et *D. Hurmuzescu*, Sur la relation entre le maximum de production de rayons X, etc. :

Page 996, ligne 8, *au lieu de* 80^{mm}, *lisez* 80^{cm}.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Seconde Note sur la théorie des gaz;* par M. J. Bertrand.

« On m'a fait observer que Maxwell, dans un second Mémoire, en introduisant des conditions nouvelles, a proposé une seconde démonstration de la formule relative à la répartition des vitesses entre les molécules d'un gaz. Cette démonstration ne vaut pas mieux que la première.

» Il suffira d'en faire l'analyse.

» La masse gazeuse est supposée formée par les molécules de deux gaz de nature différente. On considère deux groupes A et B, composés l'un de molécules du premier gaz, l'autre de molécules du second, et définies par la grandeur et la direction des vitesses. On étudie les effets produits par les rencontres des molécules du groupe A avec celles du groupe B, pen-

dant un temps que l'on prend pour unité, une seconde par exemple; mais parmi ces rencontres procurées par le hasard, on considère seulement celles pour lesquelles l'effet produit remplira ces deux conditions : donner à la molécule, qui faisait partie du groupe A, une vitesse donnée en grandeur et en direction, et à celle qui faisait partie du groupe B une direction également donnée, la grandeur de la vitesse résultant alors du principe des forces vives; on admet que le nombre de ces chocs qui, dirigés par le hasard rempliront toutes ces conditions, est proportionnel au produit du nombre de molécules du groupe A, par le nombre de celles du groupe B, qui, par là, s'introduiront dans le calcul.

» Après la rencontre, les molécules, en nombre bien petit, sur l'étude desquelles repose la démonstration, en vertu des suppositions qui les définissent, font partie de deux groupes nouveaux A′ et B′.

» On suppose nécessaire, pour le maintien de l'état général qui doit rester invariable, que le groupe A, ayant fourni au groupe A′ quelques molécules, en reçoive de lui dans le même temps un nombre précisément égal, qui, de plus, doivent lui être rendues par l'action des molécules du groupe B′. Rien ne justifie une telle assertion. Le groupe A, c'est la base acceptée de la démonstration, doit contenir à chaque instant le même nombre de molécules; celles qu'il perd, comptées toutes ensemble, sont donc en nombre égal à celles qu'il reçoit, mais la compensation doit porter sur la somme totale, non sur chacun des éléments qui la composent.

» Maxwell prévoit l'objection, en très petite partie seulement, et l'écarte en deux lignes : « Ne pourrait-on pas supposer, dit-il, que les molé-
» cules qui ont quitté le groupe A pour entrer dans le groupe A′ passeront
» de celui-là dans un groupe A″, puis dans un groupe A‴, pour revenir au
» groupe A après avoir parcouru un cycle? » Cela n'est pas possible, il l'affirme *parce qu'on n'aperçoit aucune raison pour que le cycle soit parcouru dans un sens plutôt que dans le sens inverse.*

» Faute de comprendre un tel argument, je n'y puis faire aucune objection; mais on n'aperçoit aucune raison pour que les molécules sorties de A y rentrent, soit immédiatement, comme l'affirme Maxwell, soit après un cycle, comme il refuse de l'admettre; il suffit qu'il en rentre d'autres, en nombre égal; tous les groupes, sans exception, peuvent les fournir. La condition qui, mise en équation à l'aide de suppositions très contestables, permet la solution du problème n'est justifiée par aucune raison plausible. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques. Remarques sur la Note de M.* Marcel Deprez; par M. **A. Potier.**

« *a.* L'expérience citée par M. Marcel Deprez dans la dernière séance est la reproduction schématique de faits acquis et utilisés industriellement dans les machines où le circuit induit est formé de barres introduites dans des trous percés, dans le fer de l'armature, parallèlement à l'axe de rotation.

» *b.* Elle ne contredit en rien la règle *classique* qui lie la force électromotrice induite à la variation du flux de force magnétique embrassé par le circuit, mais en est la confirmation.

» *c.* Elle ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue à chaque élément du fil induit une force électromotrice proportionnelle au flux coupé par cet élément; en effet, cette règle ne s'applique, en toute rigueur, qu'au cas où le champ magnétique est invariable en grandeur et en direction en tout point de l'espace, ce qui n'est pas le cas dans l'expérience de M. Marcel Deprez : dans cette expérience le champ est modifié, à chaque instant, par le déplacement du tube de fer doux.

» *d.* Conformément aux théories en vigueur, le champ est presque nul à l'intérieur d'un anneau Gramme suffisamment épais; on le démontre aussi bien par l'emploi d'une bobine exploratrice reliée à un galvanomètre balistique que par l'examen du spectre, et le résultat de l'expérience est le même, que le fer doux tourne ou soit immobile, s'il est convenablement feuilleté.

» Si l'on substitue un anneau de cuivre à l'anneau de fer, la bobine introduite à l'intérieur de l'anneau montre l'existence d'un flux magnétique intense. On ne peut donc dire que ce flux traverse le fer comme les autres métaux.

» *e.* La connaissance de la grandeur et de la direction du flux en chaque point de l'espace, lorsque cette grandeur et cette direction restent fixes, suffit pour déterminer la force électromotrice induite dans un circuit, quelle que soit la nature des masses entraînées dans son mouvement. »

PHYSIQUE. — *Émission de radiations nouvelles par l'uranium métallique.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« J'ai montré, il y a quelques mois, que les sels d'uranium émettaient des radiations dont l'existence n'avait pas encore été reconnue, et que ces radiations jouissaient de propriétés remarquables, dont quelques-unes sont comparables aux propriétés du rayonnement étudié par M. Röntgen. Les radiations des sels d'uranium sont émises, non seulement lorsque les substances sont exposées à la lumière, mais encore lorsqu'elles sont maintenues à l'obscurité, et, depuis plus de deux mois, les mêmes fragments de sels divers, maintenus à l'abri de toute radiation excitatrice connue, ont continué à émettre, presque sans affaiblissement sensible, les nouvelles radiations. Du 3 mars au 3 mai, ces substances avaient été renfermées dans une boîte de carton opaque. Depuis le 3 mai, elles sont placées dans une double boîte en plomb, qui ne quitte pas la chambre noire. Une disposition très simple permet de glisser une plaque photographique au-dessous d'un papier noir tendu parallèlement au fond de la boîte, et sur lequel reposent les substances en expérience, sans que celles-ci soient exposées à aucun rayonnement ne traversant pas le plomb.

» Dans ces conditions les substances étudiées continuent à émettre des radiations actives.

» Si l'on vient à exposer au Soleil, ou mieux à l'arc électrique ou à l'étincelle de la décharge d'une bouteille de Leyde, un fragment d'un des sels maintenu à l'obscurité, on lui communique une légère excitation de l'émission des radiations que nous étudions, mais cette excitation tombe en quelques heures, et la substance reprend son état très lentement décroissant.

» J'ai montré également que ces radiations se réfléchissent et se réfractent comme la lumière; elles décomposent les sels d'argent d'une plaque photographique et l'iodure d'argent déposé sur une lame daguerrienne.

» Elles déchargent les corps électrisés et traversent des corps opaques à la lumière tels que le carton, l'aluminium, le cuivre et le platine. L'affaiblissement de ces radiations au travers des écrans que nous venons de citer est moindre que l'affaiblissement du rayonnement émané de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes, au travers des mêmes écrans.

» Tous les sels d'uranium que j'ai étudiés, qu'ils soient phosphorescents

ou non par la lumière, cristallisés, fondus ou dissous, m'ont donné des résultats comparables; j'ai donc été conduit à penser que l'effet était dû à la présence de l'élément uranium dans ces sels, et que le métal donnerait des effets plus intenses que ses composés.

» L'expérience faite il y a plusieurs semaines, avec de la poudre d'uranium du commerce, qui se trouvait depuis longtemps dans mon laboratoire, a confirmé cette prévision; l'effet photographique est notablement plus fort que l'impression produite par un des sels d'uranium et, en particulier, par le sulfate uranico-potassique.

» Avant de publier ce résultat, j'ai tenu à attendre que notre Confrère M. Moissan, dont les belles recherches sur l'uranium sont publiées aujourd'hui même, eût pu mettre à ma disposition quelques-uns des produits qu'il avait préparés. Les résultats ont été encore plus nets, et les impressions obtenues sur une plaque photographique au travers du papier noir, avec de l'uranium cristallisé, de l'uranium fondu et du carbure, ont été beaucoup plus intenses qu'avec le sulfate double mis comme témoin sur la même plaque.

» La même différence se retrouve dans le phénomène de la décharge des corps électrisés. L'uranium métallique provoque la dissipation de la charge avec une vitesse plus grande que ne le font ses sels. Les nombres suivants, relatifs à l'action d'un disque d'une fonte d'uranium, que m'a obligeamment prêté M. Moissan, donnent une idée de l'ordre de grandeur de cette augmentation.

» Dans une première série de mesures, le disque de fonte d'uranium a été placé au-dessous des feuilles d'or d'un électroscope de M. Hurmuzescu et très près de celles-ci. Pour des charges initiales correspondant à 20° d'écart des feuilles d'or, la vitesse de rapprochement de celles-ci, exprimée en secondes d'angle en une seconde de temps, a été en moyenne 486. On a ensuite recouvert un disque de carton, dont la surface était très sensiblement égale à celle du disque d'uranium, en y disposant des morceaux plats de sulfate double uranico-potassique, et ce disque a été substitué au disque d'uranium. Dans ces conditions la décharge ne se fait pas régulièrement; la courbe des écarts des feuilles, en fonction du temps, n'est plus une droite, et la vitesse moyenne de dissipation de charges égales aux précédentes a varié de 106,2 à 137,1, suivant la disposition et la forme des lamelles. Le rapport des vitesses correspondant à l'uranium et au sulfate double a donc varié entre 4,56 et 3,54.

» Une disposition meilleure consiste à placer les substances en dehors

de l'électroscope, au-dessus de la boule de cuivre de la tige, en substituant au chapeau de l'appareil un cylindre métallique fermé par une lame plate percée d'une ouverture convenable. On a obtenu ainsi des décharges très sensiblement proportionnelles aux temps, et les vitesses de déperdition pour des charges écartant les feuilles d'or de 10° ont été 78,75 pour l'uranium et 21,53 pour le sulfate double uranico-potassique. Le rapport de ces deux nombres est 3,65.

» Tout en continuant l'étude de ces phénomènes nouveaux, j'ai pensé qu'il n'était pas sans intérêt de signaler l'émission produite par l'uranium, qui, je crois, est le premier exemple d'un métal présentant un phénomène de l'ordre d'une phosphorescence invisible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés de l'uranium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans une Note publiée le 20 février 1893 (1), nous avons établi que l'oxyde d'uranium, regardé jusqu'ici comme irréductible par le carbone, pouvait nous fournir, en présence de ce métalloïde et à la haute température de mon four électrique, l'uranium métallique. Nous avons démontré plus tard (2) l'existence d'un composé défini et cristallisé d'uranium et de charbon de formule C^3Ur^2.

» Nous donnerons aujourd'hui une étude plus complète de ce métal.

» On sait que l'uranium métallique a été préparé pour la première fois par Peligot, en réduisant le chlorure d'uranium par le potassium dans un creuset de platine (3).

» Dans cette préparation, on obtient une poudre grise au milieu de laquelle se rencontrent quelques petits globules métalliques.

» Différents auteurs ont légèrement modifié cette préparation et, en 1886, Zimmermann (4) a repris l'étude des propriétés de l'uranium en obtenant le métal par réduction du chlorure d'uranium par le sodium. Les globules métalliques isolés dans cette préparation étaient en petit nombre. Leur

(1) H. Moissan, *Sur la préparation de l'uranium à haute température* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 347).

(2) H. Moissan, *Étude du carbure d'uranium*, t. CXXII, p. 274.

(3) Peligot, *Recherches sur l'uranium* (*Annales de Chim. et de Phys.*, t. XII, p. 549; 1844.

(4) Zimmermann, *Recherches sur l'uranium* (*Liebig's Ann. Chem.*, t. CCXVI, p. 1).

fusion était due à la chaleur intense développée par l'action du métal alcalin sur le chlorure.

» Nous avons répété toutes ces expériences. Lorsque l'on opère dans un creuset de platine, l'uranium est toujours souillé par ce métal. Dans la préparation de Zimmermann l'uranium renferme environ 2 pour 100 de fer et une petite quantité de sodium.

» De plus, quelle que soit la méthode employée, tous ces uraniums en poudre renferment de l'azote et souvent de l'oxygène. Ainsi que nous le démontrerons plus loin, l'uranium métallique possède une affinité très grande, et qui n'était pas connue jusqu'ici, pour le gaz azote.

» Nous avons pensé que cette action des métaux alcalins pouvait être reprise dans de meilleures conditions au moyen d'un composé double de sodium et d'uranium.

» *Préparation du chlorure double d'uranium et de sodium :* $UCl^4, 2NaCl$.

» Lorsque l'on fait arriver au rouge sombre un courant de vapeurs de chlorure d'uranium sur du chlorure de sodium, on obtient un chlorure double, qui, par le refroidissement, se prend en une masse cristalline, de couleur vert-pomme, fondant vers 390°, soluble dans l'eau froide et dissociable par l'alcool.

» Cette préparation se fait avec facilité dans un tube de verre de Bohême en produisant à une extrémité le chlorure d'uranium par l'action du chlore sur le carbure d'uranium, et en faisant arriver ce chlorure sur des fragments de chlorure de sodium chauffés au rouge sombre, placés à l'autre extrémité. Le chlorure alcalin solide commence par se colorer en arrêtant toute la vapeur de chlorure d'uranium, puis la masse fond rapidement.

» On sait que le chlorure d'uranium UCl^4 est un corps avide d'eau, fumant à l'air et difficilement maniable. Au contraire, le chlorure double cristallisé est beaucoup moins hygrométrique et altérable. Fondu, il fournit un liquide très stable n'émettant pas sensiblement de vapeurs.

» *Réduction de ce chlorure double par les métaux alcalins.* — La réduction a été produite dans un cylindre de fer très épais ([1]), fermé par un bouchon à vis. On a disposé par couches alternatives 300^{gr} de chlorure double et 100^{gr} de sodium fraîchement coupé ([2]).

([1]) Ce cylindre avait les dimensions suivantes : hauteur $20^{cm},5$, diamètre extérieur $10^{cm},5$, diamètre intérieur 5^{cm}, profondeur $17^{cm},5$.

([2]) On peut aussi réduire ce chlorure double par du magnésium en poudre vers 400°. La réaction se produit facilement avec incandescence et sans projections. En reprenant par l'eau on obtient un uranium très divisé et très attaquable par ce liquide.

» L'appareil étant fermé, on le porte dans un feu de bois très vif, où il est chauffé vingt-cinq minutes. La chaleur dégagée par la réaction est assez intense pour porter le bloc de fer au rouge-cerise en quelques instants. Après refroidissement, le cylindre a été ouvert et la matière pulvérulente qu'il contenait a d'abord été traitée par l'alcool à 96°, pour enlever l'excès de sodium, puis lavée rapidement à l'eau bouillie froide, enfin épuisée par l'alcool et ensuite par l'éther.

» *Préparation de l'uranium au four électrique.* — Nous avons indiqué, dans une Note précédente sur le carbure d'uranium, comment devait être purifié l'oxyde d'uranium que l'industrie nous fournit. L'uranium, étant amené à l'état d'oxyde vert et répondant sensiblement à la formule U^3O^8, est mélangé intimement à du charbon de sucre en poudre fine dans les proportions suivantes :

Oxyde d'uranium..........	500^{gr}
Charbon de sucre......................	40^{gr}

» On place, dans un creuset de charbon, environ 500^{gr} de ce mélange, et l'on chauffe, dans notre four électrique, sept à huit minutes avec un courant de 800 ampères et de 45 volts. On obtient un lingot fondu de 350^{gr} environ. Le métal, préparé dans ces conditions, si la chauffe a été bien conduite, ne renferme que très peu de carbone et même n'en contient plus trace. Par contre, on peut y rencontrer une petite quantité d'oxyde qui fournit alors un métal brûlé dont les propriétés physiques sont notablement modifiées. Si la durée de la chauffe est trop longue, le métal se carbure avec facilité et l'on obtient une fonte, puis le carbure cristallisé C^3Ur^2. Pour éviter l'action de l'azote, il est mieux de faire ces expériences dans un tube de charbon fermé à une extrémité en prenant le dispositif que j'ai indiqué précédemment.

» *Affinage de l'uranium à la forge.* — Lorsque l'on a préparé un uranium contenant 0,1 à 0,5 de carbone par le procédé précédent, on peut affiner la surface extérieure des fragments en les chauffant à la forge pendant plusieurs heures dans une brasque d'oxyde vert d'uranium. Pour réaliser cette expérience, il faut avoir soin de disposer le creuset, qui contient l'oxyde d'uranium et le métal, au milieu d'un autre creuset rempli d'une brasque titanifère, finement pulvérisée; l'oubli de cette précaution produirait un métal de couleur jaune recouvert d'azoture.

» *Préparation de l'uranium métallique par électrolyse.* — Le chlorure double d'uranium et de sodium que nous avons décrit précédemment

s'électrolyse avec la plus grande facilité. Il fournit au pôle négatif une éponge d'uranium renfermant souvent de petits cristaux de ce métal. Il suffit, pour avoir une marche régulière, d'une différence de potentiel aux bornes de 8 à 10 volts. Nous avons utilisé généralement un courant d'une densité de 50 ampères. Le bain est maintenu en fusion par l'action calorifique du courant lui-même.

» L'électrolyse était faite au moyen d'électrodes en charbon pur et le chlorure était placé dans un vase cylindrique en porcelaine. Ce vase était clos au moyen d'une plaque de porcelaine rodée qui donnait passage aux deux électrodes et à un tube de verre recourbé à angle droit. Ce dernier permettait d'amener un courant d'hydrogène bien sec et bien privé d'azote au-dessus du sel fondu.

» Après complet refroidissement, le contenu du creuset est repris par l'eau glacée; on le lave ensuite rapidement à l'alcool; car l'uranium très divisé décompose l'eau à la température ordinaire.

» Cet uranium est cristallin; certaines parties voisines de l'électrode se présentent même en cristaux assez nets pouvant atteindre 1^{mm} de côté.

» Lorsque l'on emploie une électrode de fer, on peut obtenir par ce procédé des alliages d'uranium et de fer d'un blanc d'argent qui peuvent se limer avec facilité et qui possèdent un grain très fin.

» *Propriétés physiques.* — Lorsque l'uranium est bien pur, sa couleur est absolument blanche, moins bleutée que celle du fer, dont il peut prendre le poli; si ce métal est coloré en jaune, on peut toujours y déceler la présence de l'azote. Nous reviendrons plus tard sur la densité de l'uranium.

» L'uranium pur se lime avec facilité, il ne raye pas le verre; il peut se carburer alors légèrement lorsqu'on le chauffe dans une brasque de charbon et peut prendre la trempe.

» Il n'est pas magnétique lorsqu'il est bien exempt de fer.

» Dans le four électrique, l'uranium est beaucoup plus volatil (1) que le fer; nous avons déjà appelé l'attention sur ce point (2).

---

(1) MOISSAN, *Étude de quelques phénomènes nouveaux de fusion et de volatilisation produits au moyen de la chaleur de l'arc électrique* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1429).

(2) Nous ferons remarquer ici que, dans toutes nos préparations d'uranium au four électrique, la proportion du métal volatilisé, recueillie sur le four, était toujours assez grande pour que nous ayons eu intérêt à reprendre nos fours en pierre calcaire par un traitement chimique pour en retirer l'uranium.

» *Propriétés chimiques.* — L'uranium en poudre fine préparé par électrolyse prend feu dans le fluor, y brûle avec éclat et produit un fluorure volatil de couleur verte. Le chlore l'attaque à la température de 180°; le brome à 210°, l'un et l'autre avec incandescence. La même réaction se produit dans la vapeur d'iode vers 260° avec formation d'un iodure d'uranium. Toutes ces réactions sont complètes.

» Le métal obtenu par Zimmermann n'était pas attaquable par la vapeur d'iode et il fournissait dans un courant de chlore une réaction limitée laissant dans la nacelle un abondant résidu.

» Le gaz acide chlorhydrique l'attaque avec incandescence au rouge sombre, en donnant un chlorure stable qui, avec l'eau, produit une solution verte. L'acide iodhydrique l'attaque vers le rouge.

» Lorsque l'uranium est en poudre fine, il brûle dans l'oxygène pur dès la température de 170° en produisant un oxyde vert très foncé. Le soufre réagit vers 500° en fournissant un sulfure noir qui s'attaque lentement par l'acide chlorhydrique et donne de l'hydrogène sulfuré. Il se combine au sélénium avec incandescence.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, l'uranium s'unit à l'azote avec la plus grande facilité. Des fragments de métal, chauffés dans un courant d'azote à 1000°, se recouvrent d'une couche jaune d'azoture. L'uranium en poudre réagit sur le gaz ammoniac au-dessus du rouge sombre, sans incandescence, en produisant un dégagement de gaz hydrogène et en laissant une poudre noire cristalline dont nous poursuivons l'étude.

» L'uranium pur en poudre très ténue décompose l'eau lentement à la température ordinaire et plus rapidement à 100°. Cette propriété le rapproche bien du fer; car nos confrères, MM. Troost et Hautefeuille, ont démontré que le fer réduit décomposait l'eau à sa température d'ébullition.

» L'uranium fondu se recouvre d'une couche d'oxyde au contact de l'eau, et l'attaque est notablement accélérée par la présence de l'acide carbonique.

» *Analyse.* — Dans toutes ces recherches l'uranium a été séparé et dosé sous forme d'oxyde U^3O^8 et le carbone pesé à l'état d'acide carbonique.

» Le chlorure double d'uranium et de sodium nous a fourni à l'analyse les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie.
Uranium	47,9	47,7	48,20	48,08
Sodium	»	»	10,10	9,21
Chlore	42,3	42,4	42,01	42,68

» L'uranium métallique, préparé par le sodium, nous a donné :

Uranium	99,40	99,28

» Les échantillons renfermaient toujours des traces de métal alcalin.

» Le métal préparé au four électrique contenait :

	1.	2.	3.	4.
Uranium	99,121	99,106	98,021	99,520
Carbone	0,168	0,601	1,356	0,005
Scories	0,187	0,204	0,303	0,421

» Enfin, l'uranium préparé par électrolyse :

	1.	2.
Uranium	99,27	94,48
Insoluble dans l'acide azotique	0,52	0,27

» *Conclusions.* — En résumé, le métal uranium peut s'obtenir avec facilité, soit en décomposant par le sodium le fluorure double d'uranium et de sodium, soit par l'électrolyse de ce même composé, ou mieux par la réduction au four électrique de l'oxyde d'uranium par le charbon. Ces trois méthodes fournissent de bons rendements, et nous avons eu l'occasion pour ces recherches de préparer plus de 15^{kg} d'uranium métallique.

» L'uranium peut être obtenu cristallisé; le métal pur a des propriétés qui le rapprochent beaucoup du fer; il se lime, se carbure, se trempe et s'oxyde comme lui. Sa facilité de combinaison avec l'oxygène est plus grande que celle du fer; en poudre fine, il décompose l'eau lentement à froid. De même l'action qu'il exerce sur les hydracides est plus énergique. Il possède une affinité puissante pour l'azote, et, si dans sa préparation l'on ne prend pas de grandes précautions pour éviter l'action de ce métalloïde, il en renferme toujours une certaine quantité.

» Enfin ce métal bien exempt de fer n'exerce pas d'action sur l'aiguille aimantée, et il est notablement plus volatil que le fer dans le four électrique. »

BOTANIQUE. — *Signification de l'existence et de la symétrie de l'axe dans la mesure de la gradation des végétaux.* Note de M. **Ad. Chatin.**

« La symétrie des organes des végétaux, premier objet de mes études ([1]), a toujours tenu une grande place dans mes travaux, soit qu'ils se rappor-

([1]) A. Chatin, *Comptes rendus*, t. IV, 1837.

tent à la Morphologie, à l'Organogénie ou aux développements consécutifs à celle-ci, développements d'où résultent des états définitifs sur lesquels l'Anatomie est maintes fois appelée à jeter ses lumières.

» Or, c'est principalement de la symétrie et de l'Anatomie que s'éclaire la présente étude : d'une part, sur l'axe proprement dit, ou tigellaire; d'autre part, sur l'axe descendant, ou radiculaire.

» L'existence ou l'absence de l'axe dans les végétaux marque une grande étape, admise de tous, dans la gradation organique.

» Les Dicotylédones et les Monocotylédones, justement regardés comme les types les plus élevés de la végétation, sont toujours pourvues d'une tige reconnaissable, même quand elle semble manquer, en ce qu'elle est le support nécessaire des feuilles et des fleurs.

» Tel est le cas des plantes dites Rhizanthées (racine-fleur) et Acaules (*Gentiana acaulis, Primula acaulis, Sitene acaulis*).

» Deux caractères morphologiques importants distinguent généralement les Dicotylédones des Monocotylédones : dans les premières, l'axe est unique; dans les secondes, il est souvent composé de plusieurs tiges homologues.

» Dans les premières, l'axe produit, de l'aisselle des feuilles, des axes secondaires; dans les secondes, les axes secondaires manquent le plus souvent, par arrêt de développement des bourgeons axillaires.

» Or, multiplicité d'organes homologues [1] et arrêts de développement s'ajoutent, chez les Monocotylédones, à beaucoup d'autres signes de dégradation.

» La tige, qui existe, avec des développements d'ailleurs très variables, chez toutes les plantes cryptogames vasculaires, disparaît au milieu des cryptogames cellulaires, qu'elle partage en deux groupes : l'un supérieur (acrogènes); l'autre inférieur (amphigènes).

» La symétrie, considérée dans la tige au point de vue anatomique, n'est pas chose négligeable.

» C'est en effet chez les Dicotylédones, embranchement supérieur, qu'existent, symétriquement disposés, et séparés, au moins dans la période primaire de leur développement, ces faisceaux libéro-ligneux ou fibro-vasculaires, unités anatomiques que Gaudichaud désignait par le nom de *phytons*.

---

[1] A. Chatin, *Comptes rendus*, t. CXVI; 1893.

» C'est ainsi qu'on voit ces faisceaux, non encore fondus en un cercle fermé périmédullaire, au nombre de :

» 5. *Dipsacus pilosus, Geranium Robertianum.*

» 6. *Arceuthobium, Corydalis.*

» 8. *Viscum album et V. attenuatum, Æginetia, Thlaspi.*

» 10. *Cuscuta epithymum, americana, major, densiflora et reflexa, Anoplanthus, Boschniakia, Hyobanche, Epirhizanthus, Viscum capitatum* et *V. articulatum* (Burm.), *Carum, Fœniculum.*

» 12. *Viscum tœnioides* et *V. tuberculatum, Caltha, Primula.*

» 14. *Cuscuta monogyna, Coronilla glauca, Psoralea bituminosa.*

» 16. *Phelipœa arenaria, cœrutea* et *indica.*

» 20. *Septimetula* (*Loranthus* Stend.) *Macrosolen* Van Tieg., *Clandestina, Lathrœa, Cytinus, Cucurbita, Ranunculus Lingua, Aster Trifolium.*

» 24. *Orobanche atrorubens, cruenta, Galii* et *pruinosa, Epiphegus.*

» Puis viennent, dans le voisinage même des Orobanchées, etc., parasites complètes dépourvues de chlorophylle et présentant en général des faisceaux distincts (1) : les Pédiculariées et les Thésiacées, demi-parasites vertes à cercle ligneux complet, ce qui est d'ailleurs le cas des Scrofularinées, Labiées, Solanées, Apocynées et Gentianées, Corolliflores voisines des Pédiculariées.

» On peut considérer que dans les parasites colorées la non-disposition des faisceaux en cercle fermé est due à un arrêt de développement qui les constitue, par cela même, en état de dégradation.

» Chez les Monocotylédones, en général, les faisceaux, bien loin d'être en nombre limité et disposés symétriquement, sont multiples et épars.

» Dans bon nombre de Monocotylédones et chez quelques Dicotylédones, groupe supérieur à ce point de vue comme à tant d'autres, la dégradation de la tige revêt une forme spéciale, celle de la réduction du système libéro-ligneux à un seul cordon axile.

» Telle est la structure des *Vallisneria* (2), *Anacharis, Hydrila, Udora,*

---

(1) Les faisceaux restent encore distincts dans l'*Arceuthobium* et le *Viscum* pourvus de chlorophylle, quoique parasites complètes. Ils se réunissent ordinairement en un cercle fermé dans les Loranthacées, surtout chez les fausses Loranthacées (*Nuytsia,* etc.), non parasites.

(2) J'ai fait connaître, chez le *Vallisneria,* l'existence d'un second cordon asymétrique n'existant que dans le seul pédoncule femelle dont il cause l'enroulement (*Comptes rendus,* t. XLI).

Halophila, Ruppia, Cymodocea [1], *Zostera, Zanichellia, Caulinia, Najas, Ceratophyllum* et de la plupart des *Potamogeton* (*Potamogeton acutifolium, latifolium, crispum, densum, graminifolium, lucens, pectinatum* et *trichoides*), ainsi que dans les *Myriophyllum, Atdrovanda* et *Callitriche*.

» Une remarque qui se présente d'elle-même, c'est que les plantes à corps ligneux axile ou central vivent *complètement submergées*.

» Or, telle est la relation certaine de cause à effet, entre la réduction du système ligneux à un cordon axile et l'état complètement [2] immergé qu'il suffit, pour que ce cordon fasse place à des faisceaux distincts généralement disposés symétriquement sur une circonférence périmédullaire (ou parfois répartis dans le parenchyme externe), que des espèces, même très voisines de celles submergées et à corps ligneux central, vivent flottantes (*Potamogeton natans*) ou soient amphibies [3] (*Potamogeton heterophyllum*), ces dernières croissant alternativement dans l'eau et dans l'air, suivant les phases de leur végétation ou la succession des saisons, déterminant, par la retraite ou l'élévation des eaux, leur émersion ou leur immersion.

» L'appareil tégumentaire, sans stomates, peu ou même non différencié dans les plantes tout à fait submergées, marquées ici encore de dégradation, se recomplète chez les espèces flottantes et les amphibies.

» Se trouvent dans les premières : l'*Alisma natans,* le *Potamogeton natans,* le *Sparganium natans,* l'*Hydrocharis,* l'*Aponogeton,* le *Nymphæa,* le *Villarsia;* et parmi les amphibies : les *Acorus, Calla, Butomus, Pontederia, Alisma Plantugo, Damasunium* et *ranunculoides, Sparganium ramosum* et *simplex, Limosella, Littorella, Hottonia, Helodes, Menyanthes, Jussieua, Sarracenia, Nasturtium amphibium et officinale, Phellandrium, Sium,* etc.

» A noter que, dans les plantes submergées, la dégradation, déjà manifeste par le corps fibrovasculaire, central, et la simplification des téguments, s'accentue encore par le manque absolu de vaisseaux ou leur rareté, quelquefois par leur existence seulement transitoire.

» On peut d'ailleurs constater qu'une sorte de curieux parallélisme dans la dégradation existe : d'une part, entre les parasites complètes et les

---

(1) Le *Cymodocea* présente, en outre, dispersés dans le parenchyme, quelques petits faisceaux.

(2) Parmi les espèces citées, la Callitriche, seule, élève, temporairement, ses sommets feuillés à fleur d'eau.

(3) A. Chatin, *Comptes rendus,* t. XVIII.

plantes submergées; d'autre part, entre les demi-parasites et les espèces ou amphibies ou flottantes.

» Dans les premières, les parasites ont les faisceaux distincts, manquent de trachées déroulables, de chlorophylle, souvent de stomates et respirent par toute leur surface, tandis que, à leur tour, les plantes immergées n'ont qu'un cordon ligneux axile, pas ou peu de trachées, manquent de stomates et respirent aussi par toute leur surface, sans compter les lacunes qui portent l'eau aérée au milieu de tous les tissus.

» Dans les secondes, on voit les demi-parasites présenter un cercle libéro-ligneux complet et être pourvues de trachées, de chlorophylle, ainsi que de stomates, caractères qui se retrouvent tous dans la plupart des plantes à demi-aquatiques, telles que les *Nymphœa, Villarsia, Trapa, Helodes, Menyanthes, Jussieua, Hippuris, Sarracenia*. Quelques exceptions sont à signaler; c'est ainsi que les faisceaux restent distincts dans le *Ranunculus Lingua* et les *Sium*.

» Le cachet de supériorité des Dicotylédones sur les Monocotylédones, de celles-ci sur les Acotylédones, ne ressort pas moins de l'examen comparatif du système descendant ou radiculaire, que de celui du système tigellaire.

» Dans les premières existe un véritable axe descendant, d'origine embryonnaire, toujours simple ([1]), pérennant, et donnant naissance à des racines secondaires naissant en ordre symétrique (D. Clos).

» Chez les Monocotylédones, le système radiculaire se compose de parties homologues multiples, de durée limitée et se succédant les unes aux autres, les premières seules d'origine embryonnaire comme l'axe descendant des Dicotylédones, les suivantes, successivement nées puis détruites, toujours adventives ([2]).

» Quant aux Acotylédones, leurs racines, aussi multiples et homologues, sont toujours adventives.

» En somme, la racine contribue à donner la mesure de la gradation des végétaux :

» Par son origine : embryonnaire dans les Dicotylédones et les Monocotylédones, toujours adventive chez les Acotylédones;

([1]) Parfois, comme dans le *Tropæolum*, il y a plusieurs racines embryonnaires, mais bientôt faisant place à une seule.

([2]) Exceptionnellement, comme dans le *Vallisneria*, existe une seule racine embryonnaire, mais presque aussitôt remplacée par un groupe de radicelles homologues, qui seront remplacées par des générations successives.

» Par le nombre : unique dans les Dicotylédones seules, elle est formée de multiples parties homologues chez les Monocotylédones;

» Par sa durée : pérennante dans les Dicotylédones, elle est toujours temporaire dans les Monocotylédones;

» Par son anatomie : fibrovasculaire chez les Dicotylédones, les Monocotylédones et les Acotylédones supérieures, elle est simplement cellulaire dans les Acotylédones inférieures;

» Par la symétrie des productions secondaires, les Dicotylédones seules émettant de leur axe des racines secondaires disposées dans un ordre symétrique comparable à celui qui préside à la disposition des feuilles sur la tige.

» Des aperçus qui précèdent, il ressort que l'existence et la symétrie, tant anatomique que morphologique des « systèmes ascendant et descen-
» dant des végétaux, justifient par des faits et arguments nouveaux la dé-
» gradation organique allant des Dicotylédones aux Monocotylédones, de
» celles-ci aux Acotylédones, des Acotylédones vasculaires aux cellulaires,
» enfin, des cellulaires acrogènes aux cellulaires amphigènes, placées tout
» au bas de l'échelle des végétaux, en même temps qu'ils montrent une
» dégradation relative chez les espèces aquatiques et les parasites. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la transformation de la graisse en hydrate de carbone dans l'organisme des animaux non alimentés;* par M. **A. Chauveau.**

« Nous avons à produire, mes collaborateurs et moi, un certain nombre de documents nouveaux sur l'importante question de savoir sous quelle forme *immédiate* le potentiel consacré à l'exécution des travaux physiologiques, particulièrement le travail musculaire, est consommé dans l'organisme. Mes idées sur ce point, ainsi que les faits d'où elles découlent, sont maintenant bien connues. On sait que, si j'admets que toute métamorphose chimique libérant de l'énergie peut concourir à l'exécution des travaux physiologiques, je place la source principale, essentielle, du potentiel qui a cette destination dans les hydrates de carbone dont les tissus sont imprégnés ou que les humeurs tiennent en dissolution.

» Il s'ensuit que, chez les sujets non alimentés, comme chez les autres, les hydrates de carbone doivent toujours compter au nombre des substances constituantes de l'organisme animal. C'est, en effet, ce que j'ai démontré dès 1856 : malgré la consommation incessante qui s'en fait, la glycose per-

siste dans le sang, chez les sujets en inanition, jusqu'au moment où l'abaissement de la température annonce leur mort très prochaine ([1]). Donc, dans ce cas, il se forme incessamment de nouveaux hydrates de carbone aux dépens des autres matériaux de l'organisme, c'est-à-dire la graisse et les albuminoïdes.

» Par quel mécanisme a lieu cette reconstitution incessante des hydrates de carbone chez les sujets inanitiés? Dans les hypothèses que j'ai faites pour donner une réponse à cette question, j'ai considéré à part le cas des corps gras et celui des albuminoïdes ([2]). Naturellement la même distinction doit être observée dans les tentatives de vérification expérimentale qu'appellent ces hypothèses.

» C'est aux réserves graisseuses que je me suis adressé particulièrement tout d'abord. La transformation de ces réserves en hydrates de carbone est, à beaucoup de points de vue, l'un des sujets les plus intéressants de l'énergétique biologique. Comme je me suis inspiré, pour l'étude de cette transformation, des fort belles recherches de Regnault et Reiset sur la respiration des animaux en état de sommeil hibernal, je vais consacrer une première Note à l'exposition du parti que j'ai tiré de ces recherches. Il n'est pas inutile de montrer comment j'en ai déduit le principe de la méthode à laquelle j'ai demandé mes renseignements sur le sort fait à la graisse utilisée comme potentiel dans les travaux intérieurs de l'organisme.

» Je rappellerai tout d'abord que la permanence des hydrates de carbone, dans l'organisme des animaux privés de nourriture, ne se constate pas seulement pendant l'état de veille. Elle existe aussi chez les sujets en état de sommeil hibernal (Valentin, Voit, etc.). La conservation des hydrates de carbone s'y présente même dans des conditions et avec des caractères tels qu'on en peut tirer, comme l'on va voir, d'emblée pour ainsi dire, la démonstration du rôle des réserves graisseuses dans la formation des réserves de glycose et de glycogène.

» Pour faire ressortir avec plus de relief les particularités importantes qui distinguent la permanence des hydrates de carbone chez les animaux soumis au jeûne et au sommeil de l'hibernation, rappelons d'abord les phénomènes qu'entraîne l'inanition chez les sujets non soumis au sommeil hibernal.

([1]) *Moniteur des hôpitaux;* 1856. *Comptes rendus,* t. CIII; 1886. *Le travail musculaire,* 1891.

([2]) *La vie et l'énergie chez l'animal;* 1894.

» La marmotte éveillée ne se comporte pas, pendant le jeûne prolongé, autrement que le lapin ou le cochon d'Inde, ou tout autre mammifère non hibernant. Elle succombe après s'être refroidie dans les derniers temps de sa vie et avoir perdu de $\frac{95}{100}$ à $\frac{97}{100}$ de ses provisions de graisse. A ce moment, ni les muscles, ni le sang ne contiennent trace d'hydrate de carbone. C'est la glycose du sang qui disparaît en dernier lieu, à l'approche de la période finale de refroidissement, comme il a été dit tout à l'heure. Mais plusieurs jours avant cette période, il n'y a déjà plus, dans les muscles et le foie, de glycogène en quantité appréciable par les moyens usuels.

» La marmotte endormie ne se comporte pas tout à fait de la même manière. A la fin d'un jeûne et d'un engourdissement qui ont duré deux mois et demi à trois mois, l'animal a perdu presque 100 pour 100 de sa graisse. Mais les hydrates de carbone n'ont pas disparu. Loin de là; non seulement le sang contient encore de la glycose, mais le foie et les muscles sont toujours très riches en glycogène.

» Cette opposition entre la disparition de la graisse et la conservation des hydrates de carbone constitue un fait éminemment suggestif. Celle-ci est évidemment liée à celle-là. Il est difficile d'échapper à cette déduction que les hydrates de carbone, incessamment détruits, sont incessamment reconstitués par la transformation des graisses en glycogène ou glycose; sans écarter du reste la part que les albuminoïdes peuvent prendre à cette reconstitution et dont nous n'avons pas à nous occuper en ce moment.

» De quelle manière s'opère la transformation des graisses en hydrates de carbone? C'est ici que nous avons à faire intervenir Regnault et Reiset, avec l'un des faits les plus importants que nous devons à leur étude expérimentale de la respiration.

» Sacc, de Neuchâtel (Suisse), qui fournissait à nos Confrères les marmottes sur lesquelles ils exécutaient leurs recherches, avait constaté que, pendant le sommeil hibernal, la marmotte peut augmenter de poids, dans les périodes où elle ne rend ni fèces, ni urines. C'est un fait fort curieux, en apparence paradoxal, que Regnault et Reiset ont expliqué par un autre fait non moins important, découvert au cours de leurs expériences. Citons textuellement nos auteurs :

» Les expériences que nous avons faites sur les marmottes engourdies donnent l'explication très simple du fait observé par M. Sacc, savoir : que souvent les marmottes en torpeur augmentent sensiblement de poids, bien qu'elles ne prennent aucune nourriture. En effet, dans l'expérience 40, faite sur la marmotte C, complètement engourdie et froide, nous avons trouvé que le poids de l'oxygène consommé était de

13gr,088, tandis que le poids de l'acide carbonique exhalé ne s'élevait qu'à 7gr,174. Or, l'animal n'a rendu ni excréments ni urine; si donc, d'un autre côté, il n'avait pas perdu d'eau par la transpiration, son poids se serait augmenté de 5gr,914 par la respiration seule pendant les cinq jours qu'il est resté dans l'appareil. Il a certainement perdu une partie de son eau par la transpiration, mais cette perte a pu être beaucoup moindre que 5gr,9, parce que la température de l'animal était très basse et supérieure seulement de 4° à celle du milieu ambiant (1).

» Voici maintenant un passage tiré de la conclusion 13° :

» ... Le rapport de la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique à celle de l'oxygène consommé est beaucoup plus faible (chez les marmottes assoupies), car il ne s'élève quelquefois qu'à 0,4. Le poids de l'oxygène qui entre dans les combinaisons non gazeuses étant plus grand que celui de l'acide carbonique dégagé; d'un autre côté, l'animal perdant peu d'eau par la transpiration parce que sa température est très peu supérieure à celle du milieu ambiant, il en résulte que *la marmotte augmente sensiblement de poids par sa seule respiration*. Mais cette augmentation n'est pas indéfinie, parce que, de temps en temps, l'animal rend des urines (2).

» Ainsi la marmotte en torpeur peut augmenter de poids, quoiqu'elle ne cesse jamais de consommer sa propre substance par le processus des combustions respiratoires.

» Mais, dans ce processus, l'absorption d'oxygène est incomparablement plus forte que la production d'acide carbonique. D'où fixation d'oxygène dans l'organisme de la marmotte endormie. Voilà l'explication de l'augmentation de poids qu'elle éprouve.

» Il reste à déterminer le mécanisme de cette rétention d'oxygène. Sur quel corps se fixe-t-il? Regnault et Reiset ne s'en sont point préoccupés. Si la glycogénie animale avait été découverte au moment de leur expérience, ils auraient pu résoudre cette question par un simple complément d'étude de leurs marmottes engourdies. Ils n'auraient eu qu'à faire le bilan des corps ternaires de l'organisme chez la marmotte qui commence son sommeil hibernal et chez celle qui le termine. En voyant que, à la fin de l'hibernation, la graisse a pour ainsi dire complètement disparu, tandis que le glycogène et la glycose sont conservés partout où ils existent habituellement, Regnault et Reiset auraient sûrement fait dériver ceux-ci de celle-là, par la fixation de l'oxygène dont ils constataient la rétention dans l'organisme de leurs marmottes.

---

(1) *Annales de Physique et de Chimie,* 3e série, t. XXVI, p. 445; 1849.
(2) *Ibid.*, p. 515.

» L'équation que j'ai donnée de la transformation des corps gras en hydrate de carbone, avec oxydation rudimentaire (¹),

$$\underbrace{2C^{57}H^{110}O^{6}}_{\text{Stéarine.}} + 67O^{2} = \underbrace{16C^{6}H^{12}O^{6}}_{\text{Glycose.}} + 18CO^{2} + 14H^{2}O,$$

rend très bien compte de ce mécanisme. Elle explique en même temps la faiblesse exceptionnelle du quotient respiratoire pendant le sommeil hibernal. Ma formule comporte le chiffre 0,27 pour le rapport de l'acide carbonique produit à l'oxygène absorbé, dans l'acte de la transformation de la graisse en hydrate de carbone. On comprend que l'intervention d'un tel rapport, dans la constitution du quotient respiratoire des marmottes engourdies, abaisse celui-ci dans les proportions constatées par Regnault et Reiset. Pendant le sommeil hibernal, en effet, l'activité vitale est si considérablement ralentie, que les combustions définitives, attachées à l'entretien des travaux physiologiques encore persistants, sont incapables d'ajouter plus du tiers de sa valeur au quotient des oxydations rudimentaires qui transforment la graisse en hydrates de carbone. Et cependant ces combustions définitives portent sur ces hydrates de carbone eux-mêmes ou des albuminoïdes, dont les quotients de combustion atteignent 1 et ne sont jamais inférieurs à 0,78.

» En résumé, le fait fondamental découvert par Regnault et Reiset, joint à ceux qui y sont connexes, donne un renseignement précieux sur la destination immédiate des graisses, en énergétique physiologique. Loin que leur combustion directe soit toujours nécessaire, il apparaît qu'elles se transforment, au moins pour la plus grande partie, en potentiel-hydrate de carbone. On ne peut interpréter autrement la fixation d'oxygène qui a lieu pendant le sommeil hibernal, avec disparition graduelle de la graisse et réfection incessante du glycogène et de la glycose.

» Est-ce là un processus spécial aux animaux hibernants? Rien n'autorise à le penser. La non-utilisation directe des graisses pour les travaux physiologiques semble être, au contraire, un phénomène d'ordre général. Par exemple, en ce qui concerne l'état d'abstinence chez les animaux non hibernants, il n'y a aucune raison de croire que les choses ne se passent pas exactement de la même manière que chez les hibernants. Quand les sujets inaptes au sommeil hibernal sont soumis à l'inanition, la résorption graduelle et la fonte quasi complète des graisses coïncident, chez eux, avec

(¹) *La vie et l'énergie chez l'animal*, p. 54.

la permanence de la glycose dans le sang, même, pendant un certain temps, avec la conservation des réserves de glycogène dans les muscles et surtout dans le foie. Et, si ces réserves disparaissent à un moment donné, c'est que la dépense incessante qui en est faite, dans les travaux physiologiques, n'est plus compensée par une restitution suffisante, en provenance du métabolisme intraorganique, de la transformation des graisses en particulier. Les hydrates de carbone nouvellement formés sont alors tous immédiatement consommés par les travaux intérieurs de l'organisme. Ajoutons que, dans ce cas, il se manifeste, de plus, une tendance très marquée à l'abaissement du quotient respiratoire, à l'instar de ce qui passe chez les hibernants.

» Donc, au fond, pendant l'inanition, les animaux non hibernants ne diffèrent pas des sujets en sommeil hibernal. Les graisses, dans les deux cas, se transforment en hydrates de carbone, source de la plus grande partie du potentiel immédiatement consommé pour les besoins des travaux physiologiques. Chez l'animal hibernant, les résultats et le mécanisme du processus se montrent d'une manière éclatante. Les hydrates de carbone qu'engendre ce processus sont, en notable quantité, mis en réserve pour être consommés au réveil. La glycogénèse de l'état hibernal ne se dissimule donc jamais, pas plus, du reste, que l'acte préparatoire qui en est l'agent, je veux dire l'absorption de l'oxygène, qui, en se fixant sur la graisse, en fait de la glycose ou du glycogène.

» Chez les animaux non hibernants, au contraire, la consommation des hydrates de carbone nouvellement formés pendant l'inanition est très active. Elle entraîne des échanges respiratoires à quotient élevé. D'où il résulte que le processus de la transformation des graisses et surtout son mécanisme nous échappent facilement, masqués qu'ils sont, au moins en partie, par l'activité des mutations chimiques concomittantes.

» Qu'il en soit de même dans toutes les autres conditions de la vie des animaux, c'est ce qu'on est autorisé à prévoir. Dans mes Communications ultérieures, on verra comment, en vue de s'en assurer, a été exploitée la belle détermination de Regnault et Reiset. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'intégration de l'équation différentielle du rayon vecteur d'un certain groupe des petites planètes*. Note de M. **O. Backlund**.

« En étudiant le mouvement du groupe des petites planètes dont les mouvements moyens sont compris entre les limites de $n = 612''$ et

$n = 640''$, j'ai trouvé qu'il est facile d'obtenir des orbites approchées, si l'on néglige les termes d'une puissance plus haute que la troisième de l'excentricité et de l'inclinaison, supposé que $\arcsin e < 7°$ et l'inclinaison $< 12°$. Dans cette Note, je veux seulement montrer comment on peut éviter les difficultés qui se présentent au premier abord dans l'intégration de l'équation différentielle du rayon vecteur.

» L'équation dont il s'agit a la forme

$$\frac{d^2\rho}{d\tau^2} + (1 - \beta_1 - \beta_3 H)\rho = S_1 + S_3, \tag{1}$$

ρ est lié au rayon vecteur par la formule

$$r^2 = a(1 + \rho) \qquad (a = \text{const.})$$

et τ avec le temps par la relation

$$\tau = nt + \psi_0 + \psi_1,$$

où ψ_0 et ψ_1 sont des fonctions à longues périodes; quant à ψ_0, nous supposons que les périodes sont inversement proportionnelles aux masses des grandes planètes. Les divers termes de ψ_0 contiennent comme facteurs les carrés et produits des excentricités, mais peuvent néanmoins devenir assez grands à cause de la petitesse de $n - 2n'$ ($n' =$ mouvement moyen de Jupiter). $\frac{d\psi_0}{d\tau}$ est donc évidemment, par rapport à ψ_0, de l'ordre des masses perturbatrices. β_1 et β_3 sont du premier ordre par rapport aux masses, et H du second degré par rapport aux excentricités (H = fonction horistique; *voir* les travaux de M. Gyldén). Par S_1 nous avons désigné tous les termes du premier ordre et du premier degré dont les arguments ont la forme

$$(1 - \sigma^{(i)})\tau - T^{(i)},$$

où $\sigma^{(i)}$ est de l'ordre des masses perturbatrices et $T^{(i)}$ une constante. De même, S_3 désigne tous les termes du premier ordre et du troisième degré, les arguments ayant la même forme que ceux des termes du premier ordre.

» Nous considérons seulement l'action de Jupiter sur la petite planète. On peut alors supposer connu

$$\begin{aligned}\rho' = &- \varkappa' \cos[n'(1 - \sigma')t - T'] \\ &- \varkappa'' \cos[n'(1 - \sigma'')t - T''] - \varkappa''' \cos[n'(1 - \sigma''')t - T'''] - \ldots,\end{aligned}$$

c'est-à-dire tous les termes de ladite forme dans la théorie du mouvement

de Jupiter. Les trois termes mis en évidence sont en général suffisants pour le calcul approximatif des orbites des petites planètes. Au moyen de cette expression pour ρ', on trouve pour S_1

$$S_1 = m' n_0 \eta' \cos(\overline{1-\sigma'}\tau - \pi'),$$

où η' et π' sont définis par

$$\begin{aligned} \eta'\cos(\pi' - T') &= \varkappa' + \varkappa''\cos(\overline{\sigma''-\sigma'}\tau + T'' - T') \\ &\quad + \varkappa'''\cos(\overline{\sigma'''-\sigma'}\tau + T''' - T'), \\ \eta'\sin(\pi' - T') &= \varkappa''\sin(\overline{\sigma''-\sigma'}\tau + T'' - T') \\ &\quad + \varkappa'''\sin(\overline{\sigma'''-\sigma'}\tau + T''' - T'). \end{aligned}$$

» En intégrant (1), S_3 étant négligé, nous trouvons

$$\rho = -\eta\cos(\overline{1-\sigma}\tau - \pi),$$

où

$$\begin{aligned} \eta\cos(\pi - T) &= \varkappa + \varkappa_1\cos(\overline{\sigma'-\sigma}\tau + T' + T) \\ &\quad + \varkappa_2\cos(\overline{\sigma''-\sigma}\tau + T'' - T) + \varkappa_3\cos(\overline{\sigma'''-\sigma}\tau + T''' - T), \\ \eta\sin(\pi - T) &= \varkappa_1\sin(\overline{\sigma'-\sigma}\tau + T' - T) \\ &\quad + \varkappa_2\sin(\overline{\sigma''-\sigma}\tau + T'' - T) + \varkappa_3\sin(\overline{\sigma'''-\sigma}\tau + T''' - T), \end{aligned}$$

$\varkappa$ et T sont les constantes de l'intégration et

$$2\sigma - \sigma^2 = \beta_1 + \beta_3 H$$

ou tout simplement

$$\sigma = \tfrac{1}{2}(\beta_1 + \beta_3 H).$$

Alors nous aurons pour S_3 l'expression

$$\begin{aligned} S_3 = F\rho &+ a_1\eta^2\eta'\cos(\overline{1-\sigma'}\tau - \pi') \\ &+ a_2\left[\rho\eta_1'^2\cos 2(\overline{1-\sigma'}\tau - \pi') - \frac{d\rho}{d\tau}\eta'^2\sin 2(\overline{1-\sigma'}\tau - \pi')\right] \\ &+ a_3\left\{\left[\rho^2 - \left(\frac{d\tau}{d\rho}\right)^2\right]\eta'\cos(\overline{1-\sigma'}\tau' - \pi') - \frac{d\rho^2}{d\tau}\eta'\sin(\overline{1-\sigma'}\tau - \pi')\right\}. \end{aligned}$$

Les coefficients a_1, a_2, a_3 se calculent au moyen des Tables publiées par M. Gyldén. F est une fonction purement périodique composée de la manière suivante :

$$F = 2\frac{d\psi}{d\tau_0} + \beta_3(\eta^3 - H) + \beta_2\eta_1'^2;$$

H est donc la partie constante de η^2 et $\eta_1'^2$ la partie variable de η'^2.

» En développant les divers termes on trouve cette forme

$$\begin{aligned} F = \ & b_1 \cos(\overline{\sigma' - \sigma}\tau + T' - T) + b_2 \cos(\overline{\sigma'' - \sigma}\tau + T'' - T) \\ & + b_3 \cos(\overline{\sigma''' - \sigma}\tau + T''' - T) + b_4 \cos(\overline{\sigma'' - \sigma'}\tau + T'' - T') \\ & + b_5 \cos(\overline{\sigma''' - \sigma'}\tau + T''' - T'') + b_6 \cos(\overline{\sigma''' - \sigma''}\tau + T''' - T'') + \ldots; \end{aligned}$$

nous désignons tous les termes dans lesquels σ entre par F_1 et la somme des autres par F_2 de manière qu'il soit

$$F = F_1 + F_2.$$

» Il est maintenant facile de voir que S_3 contiendra entre autres des termes tels que

$$\beta_i^{(3)} \cos(\overline{1 - \sigma - \sigma' + \sigma'''}\tau - B_i^{(3)}),$$

mais ils produisent dans l'intégrale des termes tels que

$$\frac{\beta_i^{(3)}}{2(\sigma' - \sigma''')} \cos(\overline{1 - \sigma - \sigma' + \sigma'''}\tau - B_i^{(3)}).$$

La différence $\sigma' - \sigma'''$ est très petite, du deuxième ordre par rapport à la masse perturbatrice. Comme $\beta_i^{(3)}$ contient en facteur seulement la première puissance de la masse, ces termes seront très fortement agrandis par l'intégration et peuvent obtenir une valeur même plus grande que les termes du premier degré.

» Pour éviter cet inconvénient, on peut avec avantage recourir à une des méthodes données par M. Gyldén dans ses *Nouvelles recherches*, etc. Avec M. Gyldén nous posons (*Nouvelles recherches*, § 5)

$$\rho = (1 - \varphi_0)E + \varphi_1 \frac{dE}{d\tau} + \chi_0 \eta^2 + \chi_1 \frac{d\eta^2}{d\tau},$$

il s'agit maintenant de déterminer φ_0, φ_1, χ_0, χ_1 de manière que les diviseurs soient de la forme

$$k\sigma - \sigma^{(i)},$$

où k a la valeur ± 2 ou ± 1, $\sigma^{(i)}$ étant une fonction linéaire de σ', σ'', σ'''. Pour les termes du troisième degré, σ est environ dix fois plus grand que $\sigma^{(i)}$. Le terme de S_3 multiplié par a_3 peut être tout à fait négligé parce qu'il donne dans l'intégrale des termes de cinquième degré. Le terme multiplié par a_2 donne des termes dont les diviseurs sont de ladite forme.

Enfin le premier terme est décomposé de cette manière

$$F\rho = -F_1 \varkappa \cos(\overline{1-\sigma\tau} - T) F_1 \sum_{i=1}^{i=3} \varkappa_i \cos(\overline{1-\sigma^{(i)}\tau} - T^{(i)})$$

$$- F_2 \varkappa \cos(\overline{1-\sigma\tau} - T) F_2 \sum_{i=1}^{i=3} \varkappa_i \cos(\overline{1-\sigma^{(i)}\tau} - T^{(i)}).$$

» En négligeant des termes d'un degré plus élevé que le troisième on aura donc les équations suivantes pour déterminer E, φ_0, φ_1, χ_0, χ.

$$(a) \begin{cases} \dfrac{d^2E}{d\tau^2} + (1 - \beta - \beta_3 H) E \\ \quad = S_1 - F_1 \varkappa \cos(\overline{1-\sigma\tau} - T) - F_2 \sum_{i=1}^{i=3} \varkappa_i \cos(\overline{1-\sigma^{(i)}\tau} - T^{(i)}) \\ \quad + a_2 \left[E\eta_1^2 \cos 2(\overline{1-\sigma'\tau} - \pi') - \dfrac{dE}{d\tau} \eta_1^2 \sin 2(\overline{1-\sigma'\tau} - \pi') \right]. \end{cases}$$

$$(b) \begin{cases} \dfrac{d^2\varphi_0}{d\tau^2} - 2\dfrac{d\varphi_1}{d\tau} - (\beta_1 + \beta_3 H)\varphi_0 = F_2, \\ \dfrac{d^2\varphi_1}{d\tau^2} + 2\dfrac{d\varphi_0}{d\tau} - (\beta_1 + \beta_3 H)\varphi_1 = 0; \end{cases}$$

$$(c) \begin{cases} \dfrac{d^2\chi_0}{d\tau^2} + (1 - \beta_1 - \beta_3 H)\chi_0 = - a'_1 \eta' \cos(\overline{1-\sigma'\tau} - \eta'), \\ \dfrac{d^2\chi_1}{d\tau} + (1 - \beta_1 - \beta_3 H)\chi_1 + 2\dfrac{d\chi_0}{d\tau} = 0. \end{cases}$$

Dans les intégrales de (a), (b), (c) on aura des diviseurs seulement de la forme

$$k\sigma - \sigma^{(i)}.$$

La première équation donne E par approximations et il reste l'intégration de (b) et (c) et la multiplication indiquée pour avoir enfin S. La forme simple de la première équation (c) dépend de ce qu'on peut écrire approximativement

$$\sum_{i=1}^{i=3} \varkappa_i \cos(\overline{1-\sigma'\tau} - T^i) = \beta\eta' \cos(\overline{1-\sigma'\tau} - T^i),$$

β étant une constante convenablement choisie.

» Par l'expérience que j'ai eue en calculant une vingtaine de petites planètes, il paraît qu'on peut effectuer les calculs pour le rayon vecteur en deux heures. »

M. Émile Picard, en présentant à l'Académie le Tome III de son « Traité d'Analyse », s'exprime comme il suit :

« Ce Volume contient les leçons que j'ai faites à la Sorbonne dans ces trois dernières années; il est consacré à la théorie des équations différentielles. Mon but n'est pas de publier, dans ce Tome et dans ceux qui suivront, une encyclopédie sur ce sujet, qui est immense; je me suis seulement proposé d'exposer quelques-unes des questions qui intéressent aujourd'hui les analystes et dont l'étude peut être utilement poursuivie.

» L'étude des singularités des intégrales des équations différentielles ordinaires, qui trouve son origine dans le Mémoire classique de Briot et Bouquet, forme le sujet des premiers Chapitres. Cette partie importante de la théorie a fait récemment l'objet de divers travaux sur lesquels je m'étends assez longuement, en donnant quelques applications.

» Le brillant développement de la théorie des fonctions d'une variable complexe avait fait un peu trop laisser de côté l'examen du cas où tous les éléments figurant dans les équations différentielles sont réels. Particulièrement sous l'influence des beaux travaux de notre Confrère M. Poincaré sur les courbes définies par des équations différentielles, ces questions ont été reprises depuis quelques années; les Chapitres suivants sont consacrés à cet ordre de recherches et à l'étude de divers problèmes concernant les méthodes d'approximations successives.

» Le reste du Volume est consacré à la théorie des équations différentielles linéaires; c'est un sujet qui a fait depuis trente ans l'objet d'un nombre considérable de travaux. Je dirai seulement un mot d'une digression qui pourra au premier abord étonner. Voulant étudier les analogies entre la théorie des équations différentielles linéaires et celles des équations algébriques, il m'a paru indispensable de reprendre les théories algébriques pour faciliter au lecteur la comparaison; c'est ainsi que j'ai consacré un Chapitre aux idées fondamentales introduites dans la Science par Galois. On pourra suivre ainsi, j'espère, avec la plus grande facilité, le parallélisme entre le groupe de Galois pour une équation algébrique et ce que j'ai appelé le groupe de transformations d'une équation différentielle linéaire, étude qui fait le principal objet des derniers Chapitres. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section d'Économie rurale, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Reiset*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Müntz	obtient	38	suffrages.
M. Laboulbène	»	15	»

M. **Müntz**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **L. Mirinny** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre « Homologue dans l'espace de l'imaginaire *i* ».

(Renvoi à l'examen de M. Poincaré.)

M. **A. Aubert** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à des « Leviers articulés pour la transmission de la force motrice ».

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Lévy.)

CORRESPONDANCE.

M. **Mathias Duval** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par suite du décès de M. *Sappey*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les droites de contact des courbes gauches et sur une famille de courbes gauches.* Note de M. **Jules Andrade.**

« On sait que les normales principales d'une courbe *gauche* ne forment jamais une surface développable ; ce résultat appelle une généralisation. Il est naturel de se demander comment se groupent les droites qui, *liées invariablement au trièdre fondamental* d'une courbe, sont capables d'engendrer une surface développable. Je donnerai à ces droites le nom de *droites de contact*.

» Un premier groupe de droites est évidemment commun à toutes les courbes gauches : c'est le groupe des parallèles à la tangente et situées dans le plan de cette tangente et de la binormale (plan rectifiant). Je vais montrer que ce groupe de droites de contact est le seul qui puisse appartenir à *toutes* les courbes gauches, et j'indiquerai les familles de courbes qui peuvent admettre d'autres groupes *spéciaux* de droites de contact.

» Considérons le trièdre de coordonnées, si souvent employé dans la théorie des courbes gauches :

l'axe des x formé par la tangente à la courbe en un point,
l'axe des y : la normale principale correspondante,
l'axe des z : la binormale correspondante.

» En appelant 1 la vitesse du parcours uniforme de la courbe, les composantes de la rotation instantanée du trièdre sont

$$p = -\frac{1}{\tau}, \qquad q = 0, \qquad r = \frac{1}{\rho}$$

$\left(\frac{1}{\rho}\right.$ et $\frac{1}{\tau}$ désignant les deux courbures de la courbe$\left.\right)$.

» Représentons les coordonnées d'un point quelconque de la droite de contact par

$$x_0 + \alpha u, \qquad y_0 + \beta u, \qquad z_0 + \gamma u$$

(u seul est ici variable et $\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$), et faisons

$$\left\{\begin{aligned} g &= qz_0 - ry_0, \\ h &= rx_0 - pz_0, \\ k &= py_0 - qx_0. \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} A &= q\gamma - r\beta, \\ B &= r\alpha - p\gamma, \\ C &= p\beta - q\alpha. \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} \xi &= \gamma y_0 - \beta z_0, \\ \eta &= \alpha z_0 - \gamma x_0, \\ \zeta &= \beta x_0 - \alpha y_0. \end{aligned}\right.$$

» Nous aurons, pour exprimer le contact de la droite au point (u), les

équations surabondantes, mais symétriques,

$$(\mathrm{I})\quad \begin{cases} (1) & 1+g+\mathrm{A}u=\alpha(\alpha+p\xi+q\eta+r\zeta), \\ (2) & h+\mathrm{B}u=\beta(\alpha+p\xi+q\eta+r\zeta), \\ (3) & k+\mathrm{C}u=\gamma(\alpha+p\xi+q\eta+r\zeta). \end{cases}$$

» La combinaison linéaire

$$(1)\alpha+(2)\beta+(3)\gamma$$

de ces équations est une identité, mais la combinaison

$$(1)p+(2)q+(3)r$$

élimine u et nous donne (puisque $q=0$)

$$(\mathrm{II})\qquad (\alpha^2-1)p+\alpha\gamma r+\alpha\xi p^2+\gamma\zeta r^2+pr(\alpha\zeta+\gamma\xi)=0.$$

» Telle est la condition pour que la droite qui a pour cosinus directeurs α, β, γ et qui passe par le point $(x_0 y_0 z_0)$ soit une droite de contact.

» Si cette condition est satisfaite identiquement à l'égard des lettres p et r, on trouve

$$\alpha^2=1,\qquad \beta=\gamma=0,\qquad y_0=0,$$

x_0 et z_0 restant arbitraires, et de plus le point où l'une des droites de contact touche son enveloppe a pour coordonnées

$$x=\frac{p}{r}z_0,\qquad z=z_0,\qquad y=0,$$

le lieu de ces points de contact est à chaque instant la parallèle à l'axe instantané du trièdre, menée par l'origine de ce trièdre. Tel est le seul groupe *général* des droites de contact.

» Considérons maintenant une courbe *gauche* où les rotations p et r, dont aucune n'est d'abord supposée constante, seraient liées par une relation de la forme

$$(\mathrm{III})\qquad ap^2+2bpr+cr^2+2dp+2er=0.$$

» Cette courbe gauche aura un *groupe spécial* de droites de contact qu'on obtiendra en identifiant les relations (II) et (III).

» Dans cette *première catégorie* de courbes GAUCHES, où les deux courbures sont variables, je distinguerai plusieurs types d'après la forme de l'équation (III) :

» *Premier type.* — L'équation (III) est complète; en ce cas, il existe quatre droites spéciales de contact, dont les directions sont deux à deux symétriques par rapport au plan de la binormale et de la tangente. Si $b^2-ac=0$, ces quatre droites se réduisent à deux.

» *Deuxième type* $d = 0$, $e \neq 0$. — Quatre droites spéciales de contact, mais toujours imaginaires, elles se réduisent à 2 si $a = 0$.

» *Troisième type* $d \neq 0$, $e = 0$, *ce qui exige pour l'identification* ($ac = 0$), $a = 0$. — Les droites spéciales de contact forment une surface réglée du troisième degré, ayant le plan normal pour plan directeur.

» *Quatrième type* $d \neq 0$, $e = 0$, $c = 0$. — Les droites spéciales de contact forment un paraboloïde hyperbolique ayant pour plan directeur le plan osculateur à la courbe et contenant la tangente à la courbe gauche.

» Dans une *seconde* catégorie je range les courbes où une seule des courbures est constante (non nulle). En ce cas, j'exprime que la condition (II) est une identité à l'égard de celle des quantités p ou r qui varie seule.

» Dans cette catégorie je distingue les deux types suivants :

» *Premier type : Courbes gauches à torsion constante.* — Les droites spéciales de contact sont les génératrices du paraboloïde hyperbolique qui a pour plans directeurs le plan normal et le plan osculateur et qui a pour équation $y + pzx = 0$.

» *Deuxième type.* — Les courbes *gauches* à courbure constante.

» Les droites spéciales de contact sont ici formées :

» 1° Des tangentes à la parabole située dans le plan normal dont le sommet est le centre de courbure et dont le foyer est le point considéré de la courbe gauche ;

» 2° Des tangentes à la même parabole, qui aurait tourné d'un angle droit autour de son axe, puis aurait glissé sur son axe et dans le plan osculateur, jusqu'à placer son sommet à l'origine du trièdre fondamental.

» Le premier groupe comprend l'axe polaire de la courbe gauche.

» Le second groupe comprend la tangente à cette courbe.

» Dans une troisième catégorie, je place les courbes pour lesquelles la relation III s'abaisse au premier degré (les deux courbures étant variables) : ce sont les hélices quelconques.

» Les droites spéciales de contact sont les droites qui, passant par l'origine du trièdre, sont situées sur le cône du second degré

$$(y^2 + z^2) = \frac{d}{e} xz.$$

» Dans une quatrième catégorie, je place les hélices uniformes pour lesquelles l'équation II représente le complexe des tangentes aux trajectoires d'un solide dans le mouvement de la vis constante.

» Enfin, dans une cinquième catégorie, les courbes planes.

» *Premier type.* — Courbe quelconque, les droites de contact comprennent le complexe des parallèles au plan de la courbe.

» *Deuxième type.* — Les cercles, qui ont, outre le groupe précédent, le groupe des droites qui coupent l'axe du cercle.

» Les courbes des trois premières catégories n'ont pas, je crois, été signalées. Je signalerai, en terminant, le théorème suivant :

» *Dans une courbe* gauche *il n'y a jamais, à distance finie, de droite de contact parallèle à la normale principale.* »

ANALYSE. — *L'aire des paraboles d'ordre supérieur.* Note de M. **P.-H. Schoute**, présentée par M. Hermite.

» 1. L'aire de la figure plane limitée par la parabole

$$y = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_n, \tag{1}$$

l'axe des abscisses et les deux ordonnées qui correspondent à $x = 0$ et $x = h$ est

$$\mathrm{A} = h\left(\frac{a_0}{n+1} h^n + \frac{a_1}{n} h^{n-1} + \ldots + a_n\right)$$

et dépend donc de h et des $n+1$ paramètres a_k $(k = 0, 1, \ldots n)$.

» Cela prouve qu'on peut poser

$$\mathrm{A} = h(b_0 y_0 + b_1 y_1 + \ldots + b_n y_n),$$

où $y_0, y_1, \ldots, y_n$ représentent les ordonnées qui correspondent à $x = \frac{kh}{n}$ $(k = 0, 1, \ldots, n)$.

» Cette formule s'applique au cas général (1) aussitôt qu'elle le fait au cas spécial $y = (x+p)^n$. Car on peut déterminer α et n paramètres p_i $(i = 1, 2, \ldots n)$, de manière que l'équation

$$a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_n = \alpha \sum_{i=1}^{i=n} (x + p_i)^n$$

devienne une identité. Donc les paramètres b_k n'ont à satisfaire qu'à la relation

$$\frac{(h+p)^n - p^n}{n+1} = \sum_{k=0}^{k=n} b_k \left(\frac{kh}{n} + p\right)^n \tag{2}$$

correspondant à ce cas spécial. En égalant les coefficients des mêmes puis-

sances de h des deux membres, on trouve $n+1$ équations linéaires aux $n+1$ inconnues b_k; cela donne pour

$$n=2,\qquad A=\tfrac{1}{6}h(\ y_0+\ 4y_1+\ \ y_2),$$
$$n=3,\qquad A=\tfrac{1}{8}h(\ y_0+\ 3y_1+\ 3y_2+y_3),$$
$$n=4,\qquad A=\tfrac{1}{90}h(7y_0+32y_1+12y_2+32y_3+7y_4),$$

....

» Ces formules obtenues, il y a deux cents ans, par Côtes comme des approximations de l'aire d'une courbe quelconque, sont généralement connues (J. Bertrand, *Calcul intégral*, p. 333, 1870; G. S. Carr, *Synopsis of elementary results in pure Mathematics*, p. 438, article 2996.

» Donc, il est étonnant que, jusqu'à présent, on n'ait pas reconnu que la *formule obtenue pour $n=2m$ est encore de rigueur pour $n=2m+1$*, quoiqu'on n'ait pas tardé de vérifier le cas spécial $m=1$ de ce théorème. Le but principal de la présente Note est de faire connaître une démonstration simple du cas général.

» 2. La suite des coefficients b_k des y_h ne change pas quand on renverse leur ordre. Cela est d'accord; car l'aire A ne change pas par une reversion (demi-révolution) de la figure autour de l'ordonnée correspondant à $x=\frac{1}{2}h$. On a donc, en général, pour

$$y=a_0x^{2m}\ \ +a_1x^{2m-1}+\ldots+a_{2m},$$
$$y'=a'_0x^{2m+1}+a'_1x^{2m}\ \ +\ldots+a'_{2m+1},$$

les résultats

$$(3)\qquad A=h[b_0(y_0+y_{2m})\ \ +b_1(y_1+y_{2m-1})+\ldots+b_my_m].$$
$$(4)\qquad A'=h[b'_0(y'_0+y'_{2m+1})+b_1(y'_1+y'_{2m})\ \ +\ldots+b'_m(y'_m+y'_{m+1})].$$

» En remplaçant x par $x'-\frac{1}{2}h$, la relation (2) change en

$$\frac{(p+\frac{1}{2}h)^n-(p-\frac{1}{2}h)^n}{n+1}$$
$$=b_0\left(p-\frac{1}{2}h\right)^n+b_1\left(p-\frac{1}{2}h+\frac{1}{n}h\right)^n+\ldots+b_n\left(p+\frac{1}{2}h\right)^n,$$

qui ne contient que les puissances impaires de h et forme la source des équations linéaires qui déterminent les paramètres b_k et b'_k des expressions (3) et (4).

» 3. Remarquons d'abord que le nombre des paramètres indépendants b'_k en A' est égal à celui des paramètres indépendants b_k en A. On peut

donc poser également

(5) $$A' = h[c_0(y_0 + y_{2m}) + c_1(y_1 + y_{2m-1}) + \ldots + c_m y_m],$$

en remplaçant la division de la distance h en $2m + 1$ parties égales par celle en $2m$ parties égales.

» Reste encore à prouver l'égalité des paramètres correspondants b_k et c_k de (3) et (5). Supposons, à cet effet, que le coefficient a'_0 de x^{2m+1} s'évanouit. Dans cette supposition le résultat A' pour $n = 2m + 1$ doit se réduire au résultat A pour $n = 2m$, les aires A' et A ayant été exprimées dans les mêmes grandeurs $y_0, y_1, \ldots, y_{2m}$. Cela exige les relations

$$c_k = b_k \qquad (k = 0, 1, \ldots, n).$$

Donc, etc.

» L'idée de la démonstration communiquée nous est venue en rédigeant une étude sur les prismoïdes de l'hypergéométrie, après que M. D.-G. Korteweg nous avait rappelé le cas spécial $m = 1$ en faisant voir que la formule $\frac{1}{6}h(B_i + 4B_m + B_3)$ du volume du prismoïde ordinaire s'applique tout de même à l'hypervolume du prismoïde quadridimensional. Pour plus de détails nous renvoyons à cette étude, qui paraîtra sous peu dans les *Verhandelingen der koninklijke Akademie van Amsterdam*. »

OPTIQUE. — *Sur quelques propriétés des rayons X traversant des milieux pondérables*. Note de M. **C. Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« De la théorie de la réfraction de Helmholtz on tire la formule connue

(1) $$n^2 = 1 - \frac{A - k'^2}{p^2} + \frac{B}{p_0^2 - p^2},$$

n étant l'indice de réfraction, $p = \frac{2\pi}{\lambda}$ fini quand λ est prise pour les radiations visibles, et k' le coefficient d'absorption dans le milieu [1].

» On voit donc que, si λ est beaucoup plus petit que pour les radiations du spectre visible, n^2 est tout près de l'unité.

---

[1] Par exemple, pour les expériences de M. Mouton sur le spectre ordinaire de quartz, cette formule s'applique beaucoup mieux que la formule de Cauchy avec

$$A - k'^2 = 0,4088, \qquad B = 5036, \qquad p_0^2 = 3723,884.$$

» Pour les métaux (corps conducteurs), k'^2 est très grand et la formule (1) devient approximativement

$$n^2 = 1 + \frac{k'^2}{p^2} = 1 + \frac{k'^2}{4\pi^2}\lambda^2. \tag{2}$$

» Donc, quand λ diminue, n diminue. L'indice réel dans les métaux diminuerait du rouge au violet; ils présenteraient donc la réfraction anomale.

» De l'équation (1) on tire pour les diélectriques

$$k' = \sqrt{\frac{4\pi^2(n^2-1)}{\lambda^2} + A + \frac{4\pi^2 B}{4\pi^2 - p_0^2\lambda^2}},$$

qui, pour λ très petit (près de zéro), devient

$$k' = \sqrt{\frac{4\pi^2(n^2-1)}{\lambda^2} + (A+B)}.$$

» Or on sait que dans la théorie de Helmholtz, il y a action de la matière sur l'éther, et l'on suppose que les forces élastiques qui en résultent sont proportionnelles à la différence des déplacements de la matière et de l'éther. Si l'on désigne par p_1 le facteur de proportionnalité, indépendant de la densité du corps, on calcule aisément qu'on aura

$$A + B = p_1.$$

» Dans le cas donc où λ est très petit, on a définitivement pour les diélectriques

$$k' = \sqrt{\frac{4\pi^2(n^2-1)}{\lambda^2} + p_1}.$$

» Pour les métaux on aura de même

$$k' = 2\pi\sqrt{\frac{n^2-1}{\lambda^2}},$$

et les facteurs absorbants sont respectivement

$$e^{-z\sqrt{\frac{4\pi^2(n^2-1)}{\lambda^2}+p_1}} \quad \text{et} \quad e^{-2\pi z\sqrt{\frac{n^2-1}{\lambda^2}}}.$$

» La densité des corps augmentant, l'indice de réfraction augmente en général, par conséquent, λ restant invariable, les facteurs absorbants deviennent de plus en plus petits et l'absorption augmente.

» On peut trouver pour k' une autre expression. D'après la théorie électromagné-

tique de la lumière de Maxwell, si l'on considère la propagation d'une onde électromagnétique plane dans un milieu imparfaitement isolant, le facteur d'absorption est $e^{-\frac{2\pi C}{\sqrt{k}} z}$, où C désigne la conductibilité électrique du milieu et k le pouvoir inducteur spécifique. En identifiant la vitesse de deux ondes, on a

$$k' = \frac{2\pi C}{\sqrt{k}}.$$

» Il serait naturel de penser qu'on pourrait répéter la discussion précédente en se fondant sur cette forme de k'. Mais la théorie électromagnétique ne rend pas compte de la dispersion, qui est justement ici en cause. La valeur $\frac{2\pi C}{\sqrt{k}}$ ne peut donc être utilisée.

» De ce qui précède, si l'on considère les radiations X comme des radiations *hyper-ultraviolettes*, comme on tend à l'admettre, je pense qu'on peut expliquer le fait du différent pouvoir absorbant des corps avec la densité, en supposant que l'indice de réfraction n'est pas égal rigoureusement à l'unité, *mais que, tout en se trouvant très voisin de cette valeur, pour tous les corps, il varie d'un corps à l'autre avec la densité.* »

CHALEUR. — *Sur l'application de la formule de Clapeyron à la température de fusion de la benzine.* Note de M. **R. Demerliac**, présentée par M. Lippmann.

« L'influence de la pression sur la fusion a fait le sujet de nombreuses études et plusieurs physiciens ont récemment cherché la vérification de la formule de Clapeyron relative à ce phénomène ([1]), mais l'étude n'en a été faite sur un même corps qu'entre des limites de pression peu considérables.

» Les expériences que j'ai entreprises à ce sujet ont porté sur la benzine, dont la température de fusion est voisine de la température ordinaire. Elle est contenue dans un tube de verre, ouvert aux deux bouts, fixé verticalement sur le corps d'une presse hydraulique. La pression est obtenue au moyen d'un piston plongeur à vis, mû par un volant tournant sur pivot fixe, dispositif permettant de faire varier la pression très lentement, de la

([1]) Von Ferche, *Annales de Wiedemann*, 1891. — De Visser, *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, 1892.

maintenir constante aussi longtemps qu'on le désire et d'atteindre plus de 300^{atm} par l'action d'une seule main. Le manomètre métallique, système Schaeffer, a été étalonné à la tour Eiffel.

» Les températures de fusion sont mesurées par la méthode du bolomètre qui permet avec l'appareil de mesurer des variations de température de 0°,001, et qui donne la facilité de noyer le conducteur thermométrique dans la masse sur toute sa longueur.

» Ce conducteur est un fil de fer très doux, enroulé en hélice sur un support de buis évidé, placé dans la benzine de façon à être traversé par le courant de la pile quelle que soit la pression exercée. Il forme, avec un rhéostat, une branche d'un pont de Wheatstone, de façon à pouvoir compenser exactement sa variation de résistance et à opérer toujours à intensité, c'est-à-dire à sensibilité constante par la méthode de réduction à zéro.

» Le rhéostat se gradue à l'avance en fractions de degré, dans les conditions mêmes où l'on opère en soumettant le fil, placé dans le tube, à des variations de température connues au voisinage des points de fusion à déterminer.

» Le faible accroissement de résistance du fil comprimé est mesuré, et la correction facile à faire.

» Le tube de verre est remplacé, quand la pression doit dépasser 150^{atm}, par un tube d'acier de mêmes dimensions.

» Ayant trouvé la chaleur de fusion de la benzine, la variation de volume qu'elle éprouve au moment de la fusion sous la pression normale, on peut chercher dans quelles limites, *avec ces données*, la formule est applicable.

» La variation dT de la température de fusion correspondant à une variation dp de pression de 1^{atm}, calculée, est de........................ 0°,02936

déterminée expérimentalement entre 1^{atm} et 10^{atm}........................ 0°,0294

Différence................ 0°,00004

inférieure aux erreurs d'observation.

» La formule se vérifie donc entre ces limites de pression. Au delà elle ne se vérifie plus (1). »

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Caen.

PHYSIQUE. — *Observation à la réponse de MM.* Benoist *et* Hurmuzescu. Note de M. **Auguste Righi**, présentée par M. Mascart.

« Dans ma Communication du 20 avril, je mettais en évidence les avantages qu'on réalise en enfermant dans une enceinte conductrice non isolée les appareils produisant les rayons X. Ces avantages sont tous particuliers au cas où l'on étudie la charge que ces rayons produisent sur un conducteur pris à l'état naturel. Sous le rapport de l'élimination des forces électrostatiques provenant du tube, il me semble que ma disposition et celle de MM. Benoist et Hurmuzescu doivent être de même valeur.

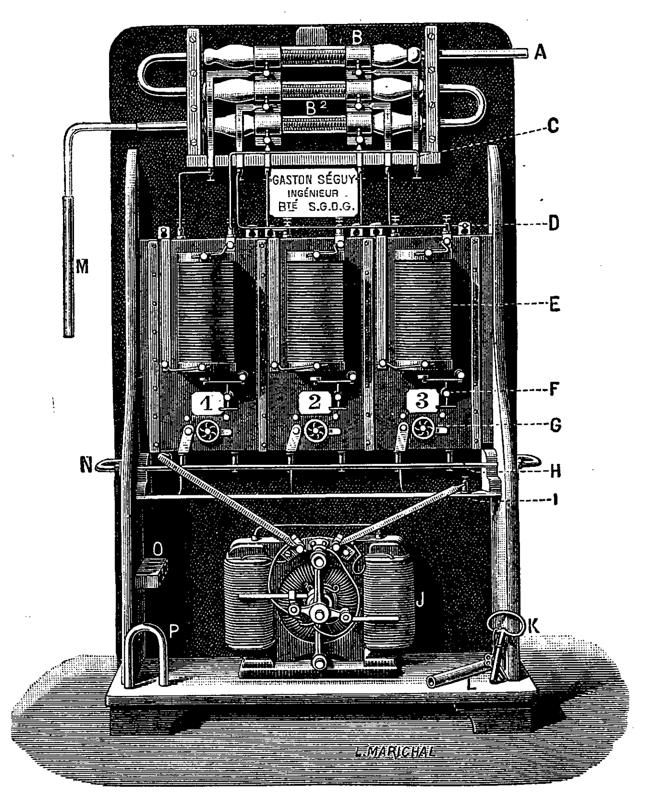
» Mais ces physiciens croient que par ma méthode cette élimination n'est pas complète, et ont cru trouver dans ma Note une assertion en faveur de leur opinion. En réalité, cette assertion n'existe pas, car j'ai dit avoir observé dans une de mes expériences une action directe sur les conducteurs communiquant avec l'électromètre; mais il s'agissait là d'une action des rayons X, et non pas d'une action électrostatique. On pourra s'en persuader, non seulement en lisant attentivement ma Note du 20 avril, mais mieux encore en lisant ma Communication, faite le 3 mai à l'Académie des *Lincei*, dans laquelle est expliquée la cause probable de ladite action. »

PHYSIQUE. — *Observations sur les rayons X.* Note de M. **T. Argyropoulos**, présentée par M. A. Cornu.

« En expérimentant avec différentes substances fluorescentes aux rayons X j'ai constaté que le *platinocyanure de potassium et de sodium* et aussi le *platinocyanure de potassium et de lithium* deviennent bien plus lumineux que celui de baryum. La fluorescence des premières était bien visible à une distance de 5^m, tandis qu'avec la même intensité des rayons X le platinocyanure de baryum n'était visible qu'à une petite distance. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur un générateur tubulaire sursaturateur à ozone.* Note de M. **Gaston Seguy**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences un nouvel appareil ozoneur, basé sur le principe des machines tubulaires et destiné aux applications industrielles, stérilisantes et thérapeutiques.



A, B, C générateurs tubulaires à ozone; M arrivée du gaz à ozoniser; A sortie. Chaque générateur contient 7 tubes étroits, ouverts aux deux bouts, avec spirales en aluminium intérieures et extérieures. Les spirales intérieures sont réunies en un fil métallique unique qui fait saillie au dehors du générateur; il en est de même des spirales extérieures, plus serrées. Chaque générateur est en relation par ces deux fils, saillants au dehors, avec les deux pôles d'une bobine (1, 2, 3) actionnée par une source d'électricité (piles ou accumulateur).

» Je me suis efforcé de réduire le volume des appareils et d'augmenter dans de larges proportions la production du gaz.

» Il résulte des études que j'ai faites depuis 1885, sur le gaz ozone, que sa production dépend :

» 1° Des surfaces composantes;

» 2° De l'interposition d'un corps quelconque entre les pôles d'un courant électrique, quel qu'il soit;

» 3° De l'épaisseur de ce corps d'interposition et de sa conductibilité;

» 4° De l'espace qui le sépare des deux pôles;

» 5° De la tension électrique employée par rapport à la résistance du circuit;

» 6° Du débit et courant d'alimentation, oxygène ou air traversant l'appareil et de son temps de séjour;

» 7° De la pression exercée sur le milieu de transformation;

» 8° De la température à laquelle on opère.

» En variant, dans des proportions différentes et définies, toutes ces conditions et faisant rentrer en jeu dans une même action, ces considérants, on obtient le maximum de production du gaz ozone.

» Voici les résultats des analyses quantitatives d'ozone obtenues, sous la direction de M. le Dr Roux, par M. Marmier, agrégé préparateur à l'Institut Pasteur, à l'aide des producteurs G. Seguy.

Ozone obtenu par le passage de l'air.

Volume	1^{lit}	Ozone pur 17^{mgr}.
Température	4° à 5°	
Temps	4′	
Force électromotrice	6 volts	
Débit en ampères	8 ampères	
Transformation	30000 volts	
Moyenne obtenue par heure		170^{mgr}

» Toutes choses égales, sauf le débit en ampères moins que 8, a donné $1^{gr},3$ à 2^{gr} par cheval-vapeur.

Ozone obtenu par le passage de l'oxygène.

Volume	1^{lit}	Ozone pur 62^{mgr}.
Température	2° à 6°	
Temps	30″	
Force électromotrice	6 volts	
Débit en ampères	8 ampères	
Transformation	30000 volts	

» En augmentant la vitesse du débit, c'est-à-dire du passage du gaz soumis à l'effluve, on peut obtenir 250^{mgr} par heure, donnant une moyenne de 56^{mgr} par litre. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur un nouvel électrolyseur.* Note de M. **D. Tommasi**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'électrolyseur que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie se compose d'une cuve rectangulaire dans laquelle plongent une paire d'anodes. Au milieu de ces anodes est disposée la cathode, laquelle est constituée par un disque métallique fixé à un arbre de bronze pouvant être animé d'un mouvement de rotation. Le disque ne plonge pas entièrement dans le bain, mais seulement d'un segment de telle sorte que chaque portion de la zone plongeante se trouve alternativement dans l'air et dans le liquide qui sert d'électrolyte.

» La partie du disque qui émerge du liquide de la cuve passe, par suite de son mouvement de rotation, entre deux frotteurs en forme de racloirs, lesquels ont pour but non seulement d'enlever le dépôt spongieux au fur et à mesure de sa production, mais encore de dépolariser la surface du disque.

» Des rigoles convenablement disposées rassemblent et reçoivent le métal détaché du disque et l'amènent dans des récipients où il est recueilli.

» Les anodes peuvent être sous forme de plaques ou à l'état de poudre grossière. Les plaques s'obtiennent en fondant le métal, l'alliage ou le minerai (lorsque celui-ci est fusible, certains sulfures par exemple) et le coulant dans un moule approprié. Lorsque les corps doivent être au contraire employés à l'état granulé, on les tasse simplement dans des récipients perforés au milieu desquels on a introduit préalablement une lame métallique qui sert de conducteur.

» Les avantages que présente cet électrolyseur peuvent se résumer ainsi :

» 1° La polarisation est totalement supprimée :

» *a.* Par la rotation du disque qui constitue la cathode;

» *b.* Par le frottement des racloirs contre les faces opposées du disque, opération qui favorise le départ de l'hydrogène;

» 2° Le métal qui se précipite sur le disque est enlevé au fur et à mesure qu'il se dépose, d'où les avantages suivants :

» *a.* Le métal étant continuellement soustrait à l'action oxydante du liquide du bain n'est plus sujet à être attaqué et, par conséquent, à former

des couples locaux dont le courant est dirigé en sens inverse du courant principal;

» *b*. Diminution considérable de la résistance électrique du bain, puisque l'on peut rapprocher aussi près que possible les anodes des cathodes, sans qu'il puisse se produire entre elles des courts-circuits, toujours nuisibles dans toute décomposition électrolytique;

» *c*. Économie considérable du courant électrique due à la diminution de la résistance du bain, par suite du rapprochement possible des électrodes entre elles.

» 3° La densité des diverses couches du liquide traversé par le courant électrique est partout la même, grâce à la rotation continue du disque qui les agite et les mélange sans cesse, et par conséquent empêche le liquide de se saturer vers le fond et de s'appauvrir dans les régions supérieures du bain, comme cela a lieu toujours dans les électrolyseurs ordinaires où le liquide est en repos. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le cyanure de nickel.* Note de M. **Raoul Varet.**

« On ne possède aucune donnée thermochimique concernant les combinaisons cyanogénées du nickel. Aussi, ayant eu besoin de connaître certaines de ces données, j'ai institué en vue de les déterminer les expériences qui font l'objet de cette Note.

» I. *Cyanure de nickel.* — Pour mesurer la chaleur de formation du cyanure de nickel précipité et hydraté, j'ai employé la méthode des doubles décompositions réciproques (Berthelot, *Mécanique chimique*). J'ai mis en œuvre quatre procédés différents :

» A. Sur une dissolution étendue de sulfate de nickel j'ai fait agir une solution équivalente de cyanure de potassium; j'ai observé, vers 14°, que :

$NiSO^4$ diss. + $2KCy$ diss. = $NiCy^2$ préc. hyd. + K^2SO^4 diss. dégage...... $+31^{Cal},6$

» Sachant que, dans les mêmes conditions de température et de dilution, la formation à partir des éléments pris dans leur état actuel de $NiSO^4$ dissous dégage $+228^{Cal},6$, celle de $2KCy$ dissous : $+128^{Cal},2$, et celle de K^2SO^4 dissous : $+337^{Cal},6$, on en conclut :

Ni sol. + Cy^2 gaz. + nAq liq. = $NiCy^2$ préc. hyd. dégage..... $+50^{Cal},8$.

» B. La précipitation d'une solution de sulfate de nickel par une liqueur équiva-

lente de cyanure de sodium donne, vers 13° :

$NiSO^4$ diss. + 2 Na Cy diss. = $NiCy^2$ préc. hyd. + Na^2SO^4 diss. dégage.... $+31^{Cal},4$

» En observant que la formation à partir des éléments de 2NaCy dissous dégage $+118^{Cal},8$ et que celle de Na^2SO^4 met en liberté $+328^{Cal},5$, on aura :

Ni sol. + Cy^2 gaz. + nAq liq. = $NiCy^2$ préc. hyd. dégage..... $+50^{Cal},3$.

» C. Sur une solution étendue d'azotate de nickel j'ai fait agir une dissolution équivalente de cyanure de potassium. J'ai trouvé, vers 14°, que

$Ni(AzO^3)^2$ diss. + 2KCy diss. = $NiCy^2$ préc. hyd. + $2K^2AzO^3$ diss. dég. $+30^{Cal},98$.

» Sachant que la formation de $Ni(AzO^3)^2$ dissous dégage $+112^{Cal},6$ et celle de $2KAzO^3$ dissous dégage $+221^{Cal},4$, on tire de là :

Ni sol. + Cy^2 gaz. + nAq liq. = $NiCy^2$ préc. hyd. dégage..... $+50^{Cal},4$.

» D. L'action d'une dissolution de cyanure de sodium sur une solution étendue d'azotate de nickel donne, vers 14° :

$Ni(AzO^3)^2$ diss. + 2NaCy diss. = $NiCy^2$ préc. hyd. + $2NaAzO^3$ diss. dég. $+30^{Cal},9$.

» En employant les mêmes données auxiliaires que précédemment et en observant que la formation de $2NaAzO^3$ dissous dégage $+211^{Cal},8$, nous aurons

Ni sol. + Cy^2 gaz + nAq liq. = $NiCy^2$ pr. hyd. dégage...... $+50^{Cal},5$

» La moyenne générale de ces quatre séries de déterminations nous donne

Ni sol. + Cy^2 gaz + nAq liq. = $NiCy^2$ pr. hyd. dégage...... $+50^{Cal},5$

» II. *Combinaisons du cyanure de nickel avec les cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux.* — Pour déterminer la chaleur de formation dans l'état dissous des principaux de ces composés, j'ai mesuré l'effet thermique qui accompagne la dissolution du cyanure de nickel précipité dans une dissolution étendue d'un cyanure alcalin ou alcalino-terreux; j'ai trouvé, vers 15°, que :

		Cal
$NiCy^2$ préc. + 2KCy diss. = $NiCy^2.2KCy$ diss.	dégage....	+12,4
$NiCy^2$ préc. + 2NaCy diss. = $NiCy^2.2NaCy$ diss.	»	+12,3
$NiCy^2$ préc. + $BaCy^2$ diss. = $NiCy^2BaCy^2$ diss.	»	+12,4
$NiCy^2$ préc. + $SrCy^2$ diss. = $NiCy^2SrCy^2$ diss.	»	+12,6

» On remarquera que l'effet thermique mesuré dans ces diverses réactions est sensiblement constant; c'est là un fait général pour ces sortes de composés, comme je le montrerai dans une prochaine Communication.

» *Conclusions.* — Nous avons donc en résumé :

	Cal
Ni sol. + Cy^2 gaz + n Ag liq. = Ni Cy^2 préc. hyd. dégage......	+ 50,5
Ni Cy^2 préc. + 2 CyH diss. = Ni Cy^2 préc. hyd. + H^2O liq. dégage	+ 31,9
Ni Cy^2 préc. + 2 KCy diss. = Ni Cy^2.2 KCy diss. dégage......	+ 12,4
Ni Cy^2 préc. + 2 NaCy diss. = Ni Cy^2.2 NaCy diss. »	+ 12,3
Ni Cy^2 préc. + Ba Cy^2 diss. = Ni Cy^2 Ba Cy^2 diss. »	+ 12,4
Ni Cy^2 préc. + Sr Cy^2 diss. = Ni Cy^2 Sr Cy^2 diss. »	+ 12,6

» Les résultats obtenus pour les combinaisons du cyanure de nickel avec les cyanures alcalins et alcalino-terreux présentent un intérêt particulier. Ils montrent que ces composés, qui ne sont pas dissociables par la dialyse, peuvent être considérés comme engendrés par un acide complexe : l'acide nickelocyanhydrique, composé qui n'existe pas à l'état libre. Ils se distinguent donc des ferrocyanures et des ferricyanures, etc., moins par la différence de leur arrangement moléculaire que par une stabilité moins grande. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un tétrachromite de baryum cristallisé.* Note de M. E. **Dufau**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Communication précédente, nous avons indiqué la préparation au four électrique d'un chromite de calcium de formule Cr^2O^3CaO dont nous avons fait connaître les propriétés (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 689). Gerber, qui en 1877 s'était occupé de ce composé, avait signalé en même temps la formation d'un composé analogue de baryum lorsqu'on chauffe au rouge du chlorure de baryum avec du bichromate de potassium (*Bull. Soc. chim.*, 2e s., t. XXVII, p. 435). Nous avons voulu voir si, à haute température, nous pourrions reproduire le chromite neutre de baryum cristallisé par combinaison directe des deux oxydes sans intermédiaire. L'expérience nous a conduit à un *polychromite* de formule $4Cr^2O^3BaO$.

» Nous avons opéré dans le four électrique de M. Moissan. La cavité ayant été agrandie, puis soigneusement brasquée avec une assez épaisse couche de baryte, on y a introduit un mélange intime de parties égales de sesquioxyde de chrome et de baryte anhydre; on a fait alors jaillir un arc de 50 volts et 300 ampères : la chauffe a duré dix minutes. Après refroidissement, on a trouvé une masse fondue, verte, à cassure nettement cristalline, que l'on a soumise à des traitements répétés à l'acide chlorhydrique :

il s'est produit une vive réaction avec abondant dégagement de chlore et coloration de la liqueur en brun, puis en vert. On a terminé par des attaques à l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, jusqu'à ce qu'il ne dissolve plus rien. Il reste alors un mélange de cristaux : les uns foncés et brillants, représentant la combinaison de l'oxyde chromique et de la baryte; les autres des lamelles vertes d'oxyde chromique cristallisé : on les sépare par des lévigations répétées.

» Le chromite de baryum ainsi obtenu se présente sous la forme de petits cristaux noirs et brillants, donnant une poudre d'un brun légèrement verdâtre; au microscope, ils sont bruns et paraissent cristallisés dans le système hexagonal. Ils rayent facilement le verre et sont même un peu plus durs que le quartz. La densité du tétrachromite de baryum, prise par la méthode du flacon, est de 5,4 à 15°.

» Ce composé présente une assez grande résistance aux agents chimiques : au rouge vif, le chlore l'attaque lentement en formant du chlorure et mettant en liberté l'oxyde chromique qui reste inattaqué; le brome fournit également du bromure de baryum, l'iode ne paraît pas agir dans les mêmes conditions. L'action de l'oxygène donne lieu à une vive incandescence au-dessous du rouge, avec formation de chromate de baryum; il suffit même de chauffer au contact de l'air le chromite pulvérisé pour en produire lentement l'oxydation. Cette tendance si grande à l'oxydation explique la présence du chromate de baryum dans la masse que l'on retire du four et, par suite, les phénomènes qui accompagnent les attaques par l'acide chlorhydrique : ce chromate et l'oxyde chromique cristallisé qui l'accompagne se forment vraisemblablement au moment où, l'arc étant interrompu, l'air pénètre dans le four et se trouve au contact de la masse incandescente. La vapeur d'eau, au rouge vif, n'a aucune action décomposante; le soufre n'agit pas davantage à la température de ramollissement du verre. Les acides fluorhydrique et chlorhydrique en dissolution sont sans action, ainsi que les acides azotique et sulfurique concentrés. Les acides fluorhydrique et chlorhydrique anhydres agissent lentement au rouge en donnant du fluorure et du chlorure de baryum, l'oxyde chromique reste inattaqué et amorphe. Les différents oxydants : chlorate, azotate de potassium en fusion, attaquent assez facilement ce chromite; il en est de même pour les alcalis et leurs carbonates.

» *Analyse.* — Pour faire l'analyse de ce chromite, nous avons suivi le procédé indiqué à propos du chromite de calcium, c'est-à-dire : attaque par un mélange de nitrate et de carbonate de potassium en fusion, reprise par l'eau qui sépare la baryte à

l'état de carbonate et le chrome à l'état de chromate alcalin, enfin précipitation de ce dernier par l'azotate mercureux en liqueur acétique.

	Chiffres obtenus.			Théorie pour $4Cr^2O^3, BaO$.
BaO	19,95	19,80	20,06	20,04
Cr^2O^3	80,04	79,65	79,88	79,96

» En résumé, la haute température de l'arc électrique permet de combiner directement et sans intermédiaire le sesquioxyde de chrome avec la baryte, mais alors que, dans les mêmes conditions, la chaux fournit un composé du type des spinelles Cr^2O^3, CaO, sans toutefois en présenter les caractères physiques; la baryte donne un chromite d'une forme nouvelle $4Cr^2O^3, BaO$ bien cristallisé, rayant le quartz, d'une densité de 5,4 à 15° et inattaquable par les acides [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chloraloses*. Note de M. **Hanriot**, présentée par M. A. Gautier.

« J'ai montré, dans des Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 63; t. CXVII, p. 734; t. CXX, p. 153), que divers sucres pouvaient s'unir avec le chloral en formant des composés, que j'ai appelés *chloraloses;* j'ai cherché à compléter cette étude en l'étendant à d'autres substances de la même famille.

» Le galactose s'unit aisément avec le chloral lorsqu'on chauffe le mélange pendant une heure, à 100°, en présence d'un peu d'acide chlorhydrique. La masse, devenue noire, est dissoute dans un grand excès d'eau, puis chauffée plusieurs heures au bain-marie. Par refroidissement, il se dépose des cristaux de β-galactochloral $C^8H^{11}Cl^3O^6$. Les eaux mères en renferment encore une grande quantité mélangée avec un composé cristallisable, beaucoup plus soluble : c'est vraisemblablement le dérivé α. Mais je n'ai pas réussi à l'isoler à l'état de pureté. Les cristaux de β-*galactochloral* sont essorés, puis purifiés par des cristallisations répétées dans l'eau et l'alcool méthylique bouillants.

» Ce corps forme des lamelles nacrées, fusibles à 202°, se sublimant mal,

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des hautes études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

même sous pression réduite. Il répond à la formule $C^8H^{11}Cl^3O^6$, comme le montrent les analyses.

	Trouvé.	Calculé.
C..........	30,81	31,05
H..........	3,70	3,55
Cl..........	34,44	34,41

» Il est presque insoluble dans l'eau et l'éther, assez soluble dans l'alcool méthylique, surtout à chaud. Il ne réduit pas la liqueur de Fehling. Avec l'orcine chlorhydrique, il donne une coloration rouge.

» Traité par le chlorure d'acétyle en présence du chlorure de zinc, il donne un *dérivé tétraacétylé* en cristaux fusibles à 125°, insolubles dans l'eau et l'éther, très solubles dans l'alcool et le chloroforme.

» Le chlorure de benzoyle convertit sa solution potassique en *tribenzoylgalactochloral* $C^8H^8Cl^3O^6(C^7H^5O)^3$, cristallisant en longues aiguilles, fusibles à 141°, solubles dans l'alcool, l'alcool méthylique et la benzine, peu solubles dans l'éther.

» Enfin l'oxydation par le permanganate le transforme en un acide chloralique $C^7H^7Cl^3O^6$, avec perte d'acide carbonique. Cet acide, fusible à 307°, est identique à celui que l'on obtient avec l'arabinochloral.

» Ces réactions, absolument semblables à celles que donnent le glucochloral, nous permettent de lui attribuer une formule analogue

```
              CCl³
               |
              CH
        O   /   \  C.OH — CH.OH — CH²OH
           |     |
     HOC   |     | C
            \   /  |
             C ——  O
```

qui n'en différait que par sa structure stéréochimique.

» J'ai vérifié que le bromal peut donner naissance à des réactions analogues; toutefois, les composés obtenus, les bromaloses, sont moins stables et moins faciles à obtenir que les chloraloses.

» Je n'ai pu réussir à préparer celui qui correspond au glucose, mais, avec l'arabinose, j'ai obtenu un corps en petits cristaux fusibles à 210°, l'*arabibromal* $C^7H^9Br^3O^5$, un peu soluble dans l'alcool bouillant, insoluble dans les autres dissolvants, se décomposant, par une ébullition prolongée, de sa solution alcoolique.

» *Lévulochloral.* — Les divers sucres que j'ai fait réagir jusqu'à présent

sur le chloral étaient des sucres aldéhydiques. Il était intéressant de voir si les sucres acétoniques se comporteraient de même.

» J'ai chauffé à 80°, pendant deux heures, du lévulose et du chloral anhydre avec une trace d'acide chlorhydrique. La masse, devenue noire, est distillée dans le vide avec de l'eau pour éliminer l'excès de chloral et une résine qui se dépose; le résidu, étendu d'eau, est agité avec de l'éther tant que celui-ci se colore. On concentre alors dans le vide la partie aqueuse en l'amorçant, s'il est possible, avec des cristaux provenant d'une opération antérieure. Le lévulochloral cristallise; on l'essore et on le purifie par cristallisations répétées dans l'eau.

» Il répond à la formule $C^8H^{11}Cl^3O^6$.

	Trouvé.	Calculé.
C..........	30,81	31,05
H..........	3,76	3,55
Cl..........	34,13	34,41

» Il fond à 228°. Il est assez soluble dans l'eau froide dont il se dépose en longues aiguilles, très soluble dans l'eau bouillante et l'alcool, peu soluble dans l'éther.

» Son dérivé benzoylé est amorphe.

» Je n'ai pu réussir à retirer des eaux-mères la variété soluble que l'on peut cependant supposer s'y trouver à cause de leurs propriétés hypnotiques très prononcées.

» Le lévulose étant un sucre acétonique $CH^2OH - CO(C^4H^9O^4)$, on voit que le chloralose qui lui correspond doit avoir pour formule

```
                      CCl³
                       |
                       CH
                 O   /    \   C.OH — CH²OH
                    |      |
CH²OH — OHC         |      |  C
                     \    /   |
                       C——O
```

et qu'il peut fournir par oxydation un acide bibasique. Je m'occupe actuellement de vérifier ce fait qui permettrait de décider entre la fonction aldéhydique ou acétonique d'un sucre par l'étude des acides chloraliques correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques urées aromatiques symétriques.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, l'un de nous a montré que le carbonate de gaïacol donnait de l'urée avec régénération de gaïacol au contact d'une solution alcoolique de gaz ammoniac, même à froid (¹).

» Chauffé au sein de l'aniline, le carbonate de gaïacol donne rapidement de la diphénylurée; chauffé au sein de la paratoluidine ou de l'orthotoluidine, il donne de même une diparatolylurée symétrique et une diorthotolylurée.

» Il suffit de faire bouillir une partie de carbonate de gaïacol dans trois parties d'aniline. Le carbonate de gaïacol se dissout rapidement à froid dans l'aniline avec abaissement de température. Après deux heures d'ébullition, de magnifiques aiguilles cristallisent par refroidissement au sein de l'excès d'aniline. Ces aiguilles essorées sur une aire en plâtre, cristallisées une fois dans l'alcool bouillant, sont d'une grande pureté et présentent tous les caractères de la diphénylurée. On obtient 40 pour 100 environ de rendement.

» C'est le mode de préparation le plus rapide de ce corps. La cristallisation en masse de la diphénylurée, au sein de l'aniline, est une expérience de cours saisissante. Au bout d'une demi-heure d'ébullition, on obtient déjà des cristaux par refroidissement.

» La diphénylurée préparée par cette méthode est identique avec celle provenant de l'action de l'oxychlorure de carbone sur l'aniline. Elle fond à 234°-235° et se sublime à 245°. Elle est peu soluble dans l'alcool froid et dans l'éther. Elle se dissout dans un grand excès d'alcool bouillant. Elle est insoluble dans le chloroforme et le benzène. A propos de ces propriétés physiques, on a décrit la diphénylurée comme un corps très soluble dans l'alcool et l'éther, fondant à 205° (Hofmann), à 225° (Willm et Wischin) (²). Ces données sont absolument erronées; elles doivent s'appliquer à un corps impur.

» I. *Diparatolylurée.* — Elle se prépare comme la diphénylurée en faisant bouillir une partie de carbonate de gaïacol avec trois parties de paratoluidine pendant deux heures. La masse cristallisée par refroidissement est traitée par l'eau chargée d'acide chlorhydrique qui enlève l'excès de paratoluidine. Les cristaux insolubles dans l'acide chlorhydrique, lavés à l'eau, sont mis à cristalliser dans l'alcool bouillant.

(¹) P. Cazeneuve, *Comptes rendus*, 4 mai 1896.
(²) *Dictionnaire de Wurtz*, t. II, p. 880.

» Ces cristaux, d'une grande blancheur, rappellent la diphénylurée, comme aspect. Ils correspondent à la formule, confirmée par l'analyse élémentaire,

$$CO\left\langle\begin{array}{l}AzH.C^6H^4.CH^3_{(4)}\\ \quad{}_{(1)}\\ AzH.C^6H^4.CH^3_{(4)}.\\ \quad{}_{(1)}\end{array}\right.$$

» Ils fondent à 244°-245° et se volatilisent à cette température sans décomposition sensible. Ils sont insolubles dans l'eau, dans l'éther, dans le chloroforme et dans le benzène. Ils sont peu solubles dans l'alcool froid, plus solubles dans l'alcool bouillant qui permet de les purifier.

La diparatolylurée se dissout dans l'acide sulfurique concentré, d'où l'eau la précipite inaltérée. La solution sulfurique chauffée au delà de 115° dégage de l'acide carbonique et donne les acides sulfoconjugués connus, paramidométacrésylsulfonique et paramidoorthocrésylsulfonique. La diphénylurée donne dans les mêmes conditions l'acide parasulfanilique.

» II. *Diortholylurée.* — Le carbonate de gaïacol se dissout à froid dans l'orthotoluidine. En chauffant à l'ébullition pendant deux heures, comme précédemment, une partie de carbonate de gaïacol dans trois parties d'orthotoluidine pure, on obtient par refroidissement une masse cristalline qu'on essore sur une aire en plâtre et que l'on fait cristalliser dans l'alcool bouillant.

» On obtient ainsi de magnifiques cristaux blancs très soyeux et très légers, fondant à 219°-220°, et se volatilisant à cette température sans décomposition sensible. D'après l'analyse élémentaire, ils correspondent à la formule

$$CO\left\langle\begin{array}{l}AzH.C^6H^4.CH^3\\ \;{}_{(1)}\qquad\quad{}_{(2)}\\ AzH.C^6H^4.CH^3\\ \;{}_{(1)}\qquad\quad{}_{(2)}\end{array}\right..$$

» Ce corps est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, assez soluble à chaud, insoluble dans le benzène, peu soluble dans le chloroforme, mais assez soluble à chaud, très peu soluble dans l'éther chaud.

» L'acide sulfurique concentré dissout facilement l'orthotolylurée, que l'eau précipite inaltérée. Au-dessus de 115°, l'acide sulfurique donne, avec dégagement d'acide carbonique, des acides sulfoconjugués dont nous approfondissons l'étude.

» Sans aucun doute la dimétatolylurée pourra se préparer par la même méthode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les rapports qui existent entre la constitution chimique des composés organiques et leur oxydabilité sous l'influence de la laccase.* Note de M. G. **Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

» Au début de mes recherches sur le ferment soluble oxydant du latex de l'arbre à laque, j'ai fait remarquer que le principe noircissant du latex se rapproche des polyphénols par l'ensemble de ses réactions. C'est même en m'appuyant sur cette remarque que j'ai eu l'idée d'essayer l'action de la laccase sur l'hydroquinone, action qui m'a permis d'établir avec certitude le rôle inattendu de la laccase (¹).

» Depuis, ayant fait réagir la laccase, en présence de l'oxygène gazeux, sur un grand nombre de corps organiques de nature variée, alcool, paraldéhyde, glucose, urée, etc., j'ai reconnu qu'une différence profonde existe entre tous ces corps, et que ceux-là seuls qui présentent une constitution chimique spéciale sont capables de s'oxyder nettement sous l'influence de la laccase. Jusqu'ici tous ces corps oxydables appartiennent à la série aromatique. Ce sont des polyphénols où les oxhydriles phénoliques sont situés, les uns par rapport aux autres, soit en position *ortho,* soit surtout en position *para*. Ceux en *méta* ne s'oxydent que difficilement.

» Si l'on prend, par exemple, 100^{cc} d'une solution aqueuse à 1 pour 100 d'hydroquinone, de pyrocatéchine ou de résorcine, qu'on les agite séparément, en présence d'air et de laccase (²), dans un ballon à robinet; puis, après quelques heures, qu'on

(¹) *Sur la laccase et le pouvoir oxydant de cette diastase* (*Comptes rendus,* t. CXX, p. 266).

(²) Dans ces expériences, j'ajoutais 0^{gr},100 du produit extrait de la laque comme je l'ai indiqué dans ma première Note (*Comptes rendus,* t. CXIX, p. 1012) et présentant la composition suivante :

	Pour 100.
Humidité (dosée à + 120°)	7,40
Gomme (arabane et galactane)	86,77
Azote	0,41
Cendres (riches en manganèse)	5,58

La quantité d'azote correspond à 2,5 pour 100 de substances albuminoïdes et, si l'on admet, comme pour les autres ferments solubles, que la laccase vraie possède la composition élémentaire de ces substances, on voit que 0^{gr},100 du produit ci-dessus contient au plus 0^{gr},0025 de laccase, à supposer toutefois qu'il n'y ait pas d'autres matières azotées.

détermine les échanges gazeux d'après la méthode que j'ai donnée antérieurement, on trouve :

			Oxygène absorbé.	CO^2 dégagé.
			cc	cc
Avec l'hydroquinone (paradiphénol)	$C^6H^4\langle\begin{matrix}OH\ (1)\\ OH\ (4)\end{matrix}$	après 4 heures...	32,0	1,7
Avec la pyrocatéchine (orthodiphénol)	$C^6H^4\langle\begin{matrix}OH\ (1)\\ OH\ (2)\end{matrix}$	après 4 heures...	17,4	2,8
Avec la résorcine (métadiphénol)	$C^6H^3\langle\begin{matrix}OH\ (1)\\ OH\ (3)\end{matrix}$	après 15 heures..	0,6	0,0

» En opérant de la même manière, on peut encore voir la phloroglucine :

$$C^6H^4\begin{cases}OH\ (1)\\ OH\ (3),\\ OH\ (5)\end{cases}$$

dont les trois oxhydriles sont tous en *méta* les uns par rapport aux autres, ne s'oxyder pour ainsi dire pas, tandis que son isomère, le pyrogallol,

$$C^6H^3\begin{cases}OH\ (1)\\ OH\ (2)\\ OH\ (3)\end{cases}$$

absorbe rapidement l'oxygène. On peut encore constater l'oxydation facile de l'acide pyrocatéchique,

$$C^6H^3\begin{cases}COOH\ (1)\\ OH\ \ \ (3),\\ OH\ \ \ (4)\end{cases}$$

de l'acide gallique,

$$C^6H^2\begin{cases}COOH\ (1)\\ OH\ \ \ (3)\\ OH\ \ \ (4)\\ OH\ \ \ (5)\end{cases}$$

et surtout celle très énergique de l'hexaphénol $C^6(OH)^6$, etc.

» En résumé, l'oxydabilité de ces différents polyphénols sous l'influence de la laccase paraît dépendre de la facilité avec laquelle ils peuvent se transformer en quinones. C'est une règle tout à fait comparable à celle que MM. Aug. et Louis Lumière ont mise en évidence en étudiant le pouvoir développateur des corps organiques pour l'image latente photographique ([1]). Du reste, elle est toute naturelle et l'on devait s'attendre à

([1]) *Sur les développateurs organiques de l'image latente photographique* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IV, p. 271).

voir que, dans les deux cas aussi, une partie ou la totalité des oxhydriles phénoliques peut être remplacée par des radicaux amidogènes (AzH^2), sans que rien change dans l'allure du phénomène. L'expérience montre qu'il en est bien ainsi :

» Le paramidophénol

$$C^6H^4\begin{cases}OH & (1)\\ AzH^2 & (4)\end{cases}$$

excellent développateur, s'oxyde rapidement au contact de l'air et de la laccase, tandis que le métamidophénol

$$C^6H^4\begin{cases}OH & (1)\\ AzH^2 & (3)\end{cases}$$

non développateur, s'altère à peine dans les mêmes conditions.

» La paraphénylènediamine

$$C^6H^4\begin{cases}AzH^2 & (1)\\ AzH^2 & (4)\end{cases}$$

et la métaphénylènediamine

$$C^6H^4\begin{cases}AzH^2 & (1)\\ AzH^2 & (3)\end{cases}$$

donnent lieu aux mêmes observations.

» Comme, en outre, l'oxydation directe des monophénols et des monoamines aromatiques n'est pas ou presque pas influencée par le ferment de l'arbre à laque, on peut dire que, d'une manière générale, les corps nettement attaquables par la laccase sont ceux qui, appartenant à la série benzénique, possèdent au moins deux des groupements OH ou AzH^2 dans leur noyau, et dans lesquels ces groupements sont situés, les uns par rapport aux autres, soit en position *ortho*, soit surtout en position *para*.

» Cette règle définit le pouvoir oxydant de la laccase. Elle permettra, jusqu'à un certain point, de prévoir la constitution des principes immédiats sur lesquels réagit la laccase et aussi, comme je le montrerai bientôt, de distinguer ce ferment soluble d'autres qui s'attaquent à des composés d'une constitution différente ([1]). »

([1]) Travail du Laboratoire de Chimie organique du Muséum.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Caractérisation et séparation des principaux acides contenus dans les végétaux.* Note de M. L. LINDET, présentée par M. Aimé Girard.

« Les réactions qui permettent de différencier les acides végétaux sont peu nombreuses, souvent d'un emploi incertain, et si l'on peut, grâce à l'insolubilité de son sel de potassium dans le mélange d'alcool et d'éther, caractériser l'acide tartrique, on se trouve plus embarrassé quand il s'agit d'isoler les autres acides, et notamment les acides citrique et malique, dont la présence est si fréquente dans les tissus végétaux. En étudiant les combinaisons de ces acides avec la quinine et la cinchonine, j'ai constaté que les sels qui en résultent et spécialement les sels acides présentent dans l'alcool méthylique des différences de solubilité telles qu'il est facile de distinguer l'acide citrique et l'acide malique et de les extraire des jus végétaux.

» I. L'alcool méthylique froid, à 95° G.-L., ne dissout que 0,3 pour 100 de citrate acide de quinine; en sorte que si l'on ajoute, à une solution méthylique à 2 ou 2,5 pour 100 d'acide citrique, de la quinine, celle-ci se solubilise tout d'abord pour donner ensuite naissance, surtout sous l'influence de l'agitation, à un volumineux précipité cristallin de citrate acide, dont le poids peut s'élever jusqu'à 93 pour 100 de la quantité théorique. Un excès de quinine, par rapport à la composition du sel acide, redissout le précipité; puis, à la longue, on voit du citrate neutre cristalliser; la solubilité de celui-ci est supérieure à celle du citrate acide et s'élève à 3,3 pour 100.

» Dans des conditions identiques, le malate acide de quinine (solubilité dans l'alcool méthylique froid, à 95° G.-L., 8,2 pour 100) et le malate neutre (solubilité, 8,0 pour 100) restent dissous. La présence de l'acide malique gêne un peu la précipitation du citrate acide de quinine, et quand, dans un mélange des deux acides, la quantité d'acide malique représente 25, 50, 100 et 200 pour 100 de la quantité d'acide citrique, le poids de citrate acide de quinine obtenu n'est plus que les 99, 97, 94, 83 pour 100 du citrate que l'on obtiendrait dans une liqueur dépourvue d'acide malique.

» Dans les mêmes conditions, l'oxalate acide de quinine (solubilité, 9,2 pour 100) et l'oxalate neutre (solubilité, 8,2 pour 100) restent également en solution; mais l'acide oxalique augmente, dans des proportions plus

fortes que ne le fait l'acide malique, la solubilité du citrate de quinine.

» Le précipité de citrate de quinine peut être confondu avec le tartrate acide de quinine (solubilité, 2,4 pour 100) et le succinate acide (solubilité, 1,2 pour 100).

» II. La cinchonine, dissoute dans l'alcool méthylique, précipite l'acide malique dans des conditions identiques à celles où la quinine précipite l'acide citrique. Cependant, la solubilité du malate acide de cinchonine dans l'alcool méthylique à 95° G.-L. et à froid, qui est de 2,5 pour 100, est supérieure à celle du citrate de quinine; mais les autres sels de cinchonine sont tellement solubles que la précipitation signalée plus haut peut être considérée comme caractéristique de l'acide malique. Le tartrate acide de cinchonine, en effet, est soluble à 20,6 pour 100; le citrate acide, l'oxalate acide, le succinate acide ne cristallisent que quand leur solution est amenée à l'état sirupeux. Les acides tartrique, citrique, oxalique, succinique, en mélange avec l'acide malique, augmentent d'une façon notable la solubilité du malate de cinchonine dans l'alcool méthylique; c'est ainsi que de l'acide citrique, ajouté à de l'acide malique dans la proportion de 20, 50, 100 pour 100, empêche le dixième, la moitié et même la totalité de l'acide malique de cristalliser à l'état de sel de cinchonine.

» III. Pour appliquer à l'extraction des acides d'un jus végétal les réactions qui précèdent, il faut tout d'abord l'évaporer dans le vide et le reprendre par l'alcool méthylique aussi concentré que possible. Si le jus renferme du bitartrate de potassium et de l'acide tartrique libre, on doit au préalable le traiter par l'alcool et l'éther, pour séparer le tartre, et précipiter dans cette même liqueur éthéro-alcoolique par une addition ménagée de potasse, l'acide tartrique à l'état de bitartrate. Pour éliminer ensuite l'excès de potasse, on précipite tous les acides par le sous-acétate de plomb, et on les remet en liberté par l'hydrogène sulfuré; c'est de cette façon d'ailleurs qu'il convient d'opérer quand les jus renferment une quantité excessive de sucres ou de matières étrangères.

» Les acides, concentrés, étant dissous dans l'alcool méthylique, on prend un volume connu du liquide, qu'on étend d'alcool méthylique, de façon que la solution soit à 2,5 pour 100 environ d'acide, et l'on ajoute au liquide des quantités croissantes de quinine en poudre, jusqu'à ce que celui-ci, après quelque temps d'agitation, se prenne en une masse cristalline. La quantité de quinine ajoutée ne doit pas dépasser 160 à 170 pour 100 de l'acide citrique supposé dans la liqueur. Il faut éviter, en effet, d'ajouter un excès de quinine qui redissoudrait, momentanément du moins,

le citrate-acide et formerait du citrate neutre plus soluble. Quand les proportions de quinine qu'il convient d'ajouter ont été ainsi déterminées, on traite le reste du liquide par la quantité de quinine que le calcul démontre nécessaire. On filtre après vingt-quatre heures de repos, et l'on recommence sur les eaux-mères la même opération.

» Si le liquide n'a pas précipité dans ces conditions, c'est-à-dire s'il ne renferme pas d'acide citrique, on y recherche l'acide malique en ajoutant encore, dans une partie de la liqueur méthylique, la plus concentrée possible, des quantités croissantes de cinchonine, dont la dose maxima doit être fixée à 140-150 pour 100 de la quantité d'acide malique estimé.

» Dans le cas où les deux acides coexistent, on peut, quand les liqueurs ne précipitent plus par la quinine, ajouter la cinchonine, dont l'action n'est pas gênée par la quinine en excès.

» Il est facile de retirer, des sels de quinine et de cinchonine obtenus, les acides correspondants; il suffit d'ajouter, à la solution aqueuse de ces sels, de l'ammoniaque, de filtrer pour séparer l'alcaloïde, de précipiter la liqueur par le sous-acétate de plomb, pour décomposer ensuite le précipité par l'hydrogène sulfuré. On peut également insolubiliser l'acide et la base par la baryte, épuiser le précipité séché par l'alcool et décomposer le sel de baryte par l'acide sulfurique.

» C'est en employant ces méthodes que j'ai pu extraire l'acide citrique contenu dans le citron, dans la groseille, extraire également l'acide malique, contenu dans les cerises et dans le raisin. »

ZOOLOGIE. — *Sur les annexes internes de l'appareil génital femelle des Orthoptères*. Note de M. **A. Fenard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« En suivant, pour le présent résumé, l'ordre de complication progressive des organes étudiés, on arrive à reconnaître le même plan que pour les mâles, avec cette seule différence que les Blattides sont rejetées à la fin.

» C'est chez les Forficulides que les annexes internes de l'appareil génital femelle sont les plus simples. On ne trouve en effet qu'un *receptaculum seminis* ou spermathèque, dont les deux parties, réservoir séminal et canal séminal, sont assez fortement colorées en brun comme le tégument même de l'insecte. Cette coloration est due à l'*intima chitinense* qui est très épaisse et présente des ornements spiralés, fort serrés, qui rappellent

les trachées. Je ne pense pas qu'il y ait lieu de distinguer dans ce groupe une poche copulatrice.

» Dans la famille des Acridides, on rencontre deux annexes, dont une seulement pour l'oviducte, l'autre étant une dépendance des calices ovariques. Chacun de ceux-ci émet en avant un prolongement diverticulaire, ou boyau calicial, qui se développe surtout au moment de la ponte et sécrète une substance destinée à être expulsée en même temps que les œufs. L'autre annexe est une spermathèque dont le canal séminal, très long, diversement enroulé, se prolonge souvent au delà du point d'insertion du réservoir séminal et s'embouche d'autre part à la paroi dorsale de la chambre prévulvaire. Je propose de désigner le prolongement du canal séminal sous le nom d'*éperon* et l'enroulement principal de ce canal sous celui de *tortillon*. Il y a ici un fait à noter : le dernier ganglion de la chaîne ventrale est accolé au tortillon et le suivant est placé sur le réservoir. Le genre *Tettix* diffère beaucoup des autres Acridides : la spermathèque porte une glande appendiculaire, le canal séminal est presque nul, la chaîne ganglionnaire est située au-dessous du réservoir, entre celui-ci et l'oviducte.

» Les Gryllides propres ne présentent qu'une seule annexe qui est la spermathèque, laquelle est éloignée du dernier ganglion. Mais chez les Gryllotalpides, on voit une spermathèque de forme spéciale, située sous la chaîne ventrale, et une paire de glandes muqueuses.

» Les Locustides possèdent une spermathèque et un boyau oviductal.

» Les Blattides et les Mantides ont des organes plus compliqués que dans les familles précédentes : outre une spermathèque, qui est simple chez les Mantides (avec un canal séminal court et rectiligne), mais double ou quadruple chez les Blattides, on distingue un appareil sébifique destiné à sécréter la substance du cocon. Cet appareil est composé d'un assez grand nombre de tubes cylindriques, allongés, plus ou moins pelotonnés; à peine né sur l'oviducte, il se bifurque ; la branche antérieure, de beaucoup la plus puissante, donnera naissance aux vaisseaux sébifiques de premier ordre, qui se répartissent en deux groupes symétriques; la branche postérieure, très grêle, donnera les vaisseaux sébifiques de deuxième ordre, également répartis en deux massifs à la partie atténuée de l'abdomen. Ceux-ci sont très difficiles à voir chez les Blattes.

» Au point de vue histologique, j'ai pu faire des remarques intéressantes, dont voici quelques-unes : il y a une différence de structure entre l'oviducte et la spermathèque; celle-ci est toujours pourvue d'une *intima chitinense*

épaisse, stratifiée, émettant parfois des pousses rayonnantes excessivement abondantes (Acridides, Gryllides); l'intima est recouverte d'un épithélium simple ou double, soutenu par une *tunica propria* et une enveloppe péritonéale.

» Dans cet épithélium j'ai relevé, notamment chez les Acridides et les Locustides, la présence de nombreuses glandes monocellulaires, dont les conduits vecteurs sont surtout visibles à travers l'intima sur laquelle ils semblent attachés. Les tubes sébifiques de deuxième ordre, de *Mantis religiosa, Empusa pauperata*, etc., sont fort curieux à étudier; leur paroi est formée par des cellules cylindriques à contenu finement granuleux, doublées par un plus petit nombre de cellules endothéliales ou centro-tuberculeuses : celles-ci sont aplaties et rejetées dans le lumen du tube au stade précédant immédiatement la sécrétion; leurs noyaux obstruent toute l'ouverture. Après la sécrétion, l'aspect est tout autre; les cellules centro-tubuleuses laissent apercevoir un lumen très apparent; elles sont plus grosses et plus espacées, tandis que les cellules épithéliales présentent deux zones concentriques, l'une interne dépourvue de granulations, l'autre externe avec des sortes de stries radiales plus ou moins nettes. Il y a des rapprochements à faire entre ces cellules et celles décrites dans le pancréas par Langerhaus, Laguesse, Mouret et autres.

» Pour ce qui est des Orthoptères pseudo-névroptères, je les ai peu étudiés, mais suffisamment toutefois pour dire, qu'au point de vue qui m'occupe, ils s'éloignent beaucoup des Orthoptères propres. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la relation générale qui relie à l'intensité lumineuse les degrés successifs de la sensation et sur les lois du contraste simultané des lumières et des teintes*. Note de M. **Charles Henry**.

« La dissemblance des formules par lesquelles on a représenté la relation des numéros d'ordre de la sensation avec l'intensité lumineuse tient surtout à ceci que les divers expérimentateurs ont opéré dans des limites très étroites et souvent mal définies d'éclairement. Nous avons repris le problème, en faisant varier cet éclairement dans des limites considérables de 0 à 60 bougies-mètre, avec un photoptomètre à objectif diaphragmé, construit par M. Radiguet. Remplaçant au foyer antérieur de cet objectif l'écran de sulfure de zinc phosphorescent par un papier huilé et ajoutant, devant l'oculaire, au foyer postérieur, un écran également huilé et trans-

lucide, nous plaçons, devant le photomètre, à des distances de plus en plus petites d'une série d'expériences à l'autre, des sources bien étalonnées (bougie, lampe Carcel) et nous déterminons les surfaces que l'un de nous doit donner successivement au diaphragme (carrés des ouvertures variant de 0 à 240000) pour que l'observateur accuse des changements nets dans la sensation. Il est facile de connaître les éclairements perçus; entourant d'anneaux en papier blanc opaque l'écran translucide oculaire nous le transformons en écran Bunsen; nous déduisons l'éclairement de cet écran pour une certaine ouverture et conséquemment pour toutes les ouvertures du diaphragme de la distance de l'oculaire à laquelle il faut placer une deuxième source pour qu'avec l'ouverture choisie on voie disparaître la tache d'huile éclairée par une première source, placée à une certaine distance devant l'objectif. Nous avons adopté pour unités les surfaces d'ouverture du diaphragme; l'ouverture 4000 correspond à l'éclairement de 1 bougie-mètre pour l'écran oculaire.

Nos expériences sont bien représentées en moyenne par l'équation

$$S = K(1 - e^{-\lambda i^m})$$

dans laquelle S représente les numéros d'ordre des sensations, i les ouvertures du diaphragme; $K = 10000$; $e = 2,71828$; $\lambda = 0,00066638$; $m = 0,18725$. La meilleure valeur de K ayant été déterminée par des essais préliminaires, malheureusement laborieux, on a calculé λ et m avec les systèmes de valeurs $\left\{\begin{matrix} i_1 = 20 \\ S_1 = 15 \end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix} i_2 = 10000 \\ S_2 = 37,33 \end{matrix}\right\}$. Si on cherche à vérifier la formule, on trouve pour $i = 100$, $S = 1,66$ (val. obs. 17,6); pour $i = 1000$, $S = 24,01$ (val. obs. 27,6), enfin pour $i = 10$, $S = 10,20$ (val. obs. 9,3).

» Les paramètres K et λ peuvent varier simultanément dans des limites assez considérables sans altérer la concordance de la formule et des observations; au contraire, m, la constante de beaucoup la plus importante, reste sensiblement identique; c'est là un paradoxe bien connu et qui s'est déjà rencontré dans divers problèmes de Physique, en particulier les tensions de vapeur.

» Cette formule, avec des paramètres bien différents, s'applique au lavis (*Comptes rendus*, 27 avril); j'espère pouvoir montrer prochainement qu'elle s'applique, avec des changements convenables dans les paramètres, à toutes les sensations.

» Il est clair, d'après le dispositif des expériences, que cette équation caractérise la sensibilité lumineuse moyenne; les paramètres devraient être légèrement changés pour un œil adapté à l'obscurité préalablement à chaque expérience.

» Quand on juxtapose deux intensités lumineuses ou deux teintes du lavis différant de plus d'un numéro d'ordre de sensation, ces intensités et ces teintes paraissent beaucoup plus différentes que quand on les consi-

dère isolément. Comment ces différences apparentes varient-elles en fonction des différences réelles et de l'intensité absolue?

» Pour l'étude des intensités lumineuses, il était tout indiqué d'employer dans a chambre noire le lavis lumineux, imprimé au sulfure de zinc phosphorescent, dont j'ai déjà eu l'honneur d'exposer à l'Académie diverses applications. Je découpe ce lavis en vingt rectangles représentant chacun une teinte; je juxtapose verticalement deux rectangles distants sur le lavis d'un certain nombre de numéros d'ordre de sensation que j'appelle *écart;* l'écart de ces rectangles paraît grandir : nous cherchons à quels rectangles d'éclat inférieur ou supérieur nous pouvons identifier chacun des rectangles juxtaposés. Le résultat de ces comparaisons est que, contrairement à une opinion répandue, le rectangle le plus lumineux ne gagne apparemment rien; il paraît toujours moins lumineux que le rectangle immédiatement plus lumineux sur le lavis. Au contraire, le rectangle le moins lumineux perd en éclat apparent : il paraît, à de rarissimes exceptions près, inférieur au rectangle immédiatement moins lumineux sur le lavis. J'appelle *perte* la différence entre le numéro d'ordre réel de sensation et le numéro d'ordre apparent du rectangle le moins lumineux.

» L'expérience montre que *la perte est égale au double de la racine carrée de l'écart.*

» Cette relation, vérifiée remarquablement dans les limites, d'ailleurs étroites, d'intensité du lavis lumineux, est-elle vraie pour des intensités quelconques?

» Lorsque les intensités objectives ne changent pas beaucoup et que le numéro d'ordre de la sensation inférieure reste sensiblement le même, on a, p étant la perte, e l'écart,

$$p = k\sqrt{e};$$

d'autre part, d'après l'expérience, quand les pertes sont les mêmes, les écarts sont les mêmes, c'est-à-dire qu'on a

$$p' - p = e' - e.$$

» Cherchons à déterminer la fonction $\psi(s)$ qui relie k au numéro d'ordre de sensation inférieure. Faisons deux expériences dans lesquelles l'écart e est le même, les deux numéros d'ordre de sensations de rang supérieur et de rang inférieur variant à la fois ; on a, dans la deuxième expérience,

(1) $$p' = \psi(s')\sqrt{e};$$

et, dans la première,

(2) $$p = \psi(s)\sqrt{e};$$

d'autre part, puisque $e' = e$,

$$p' - p = e' - e = 0;$$

si nous retranchons (2) de (1), on obtient

$$p' - p = \sqrt{e}\,[\psi(s') - \psi(s)] = 0;$$

d'où

$$\psi(s') = \psi(s) = K,$$

c'est-à-dire que la *perte est indépendante de l'intensité absolue et ne dépend que de l'écart*.

» Quand on prolonge l'expérience de comparaison des rectangles pendant un temps un peu long, les égalités observées d'abord ne persistent pas toujours; cela tient à ce que le sulfure de zinc phosphorescent perd de son éclat avec le temps, suivant la loi bien connue, et que le nombre des numéros d'ordre discernables entre deux intensités augmente quand ces intensités diminuent. C'est ce qui ressort de la construction et de l'équation de la courbe des sensations en fonction des intensités.

» Lorsque les rapports des intensités des deux rectangles considérés peuvent être mis sous la forme d'une puissance de $\frac{3}{2}$ qui est rythmique [j'appelle, comme on sait, *rythmiques* les nombres des formes 2^n, 2^n+1 (premier), $2^n(2^n+1)(2^m+1)$ (premiers)], la perte due au contraste simultané est moindre que la racine carrée de l'écart; elle en est une fonction discontinue, très complexe.

» La photoptométrie du lavis étant différente de la photoptométrie dans le cas d'un objet lumineux sur fond noir, on pouvait prévoir que la loi du contraste simultané de deux teintes du lavis serait différente. En effet, dans ce cas, c'est *la teinte la plus claire qui gagne apparemment, la teinte la plus obscure restant fixe, et le gain est égal aux $\frac{5}{6}$ environ de la racine carrée de l'écart*. Chaque fois que l'écart ou la différence des numéros d'ordre des teintes (on en compte 30 dans le lavis) est un nombre rythmique, le gain est sensiblement moindre.

» Les perturbations à la loi du contraste qui proviennent du caractère rythmique des rapports des intensités doivent être comptées parmi les expériences les plus nettes et les plus concordantes de la physiologie des sensations. Il est probable que le caractère rythmique ou non des intensités lumineuses juxtaposées exerce une influence notable sur la croissance des végétaux; il y a là un facteur d'évolution qu'il serait important de faire ressortir par des expériences sur des plantes (1). »

BOTANIQUE. — *Sur le* brunissement des boutures *de la Vigne*. Note de MM. **P. Viala** et **L. Ravaz**, présentée par M. L. Guignard.

« La bactérie qui détermine, dans les boutures de Vignes, la coloration à laquelle nous donnons le nom de *brunissement*, présente des particularités de développement qui éclaircissent certaines questions contestées de Pathologie végétale. Le *brunissement des boutures* n'est pas une maladie;

(1) Travail du laboratoire de physiologie des sensations, à la Sorbonne.

c'est un changement occasionnel de couleur des tissus, sans effet pathologique. Extérieurement les boutures de Vignes ont des caractères normaux; le bois présente, à l'intérieur, des zones brunes qui pénètrent, en coin, jusqu'à la moelle et qui sont séparées par des plages de tissus intacts. Le brunissement n'intéresse jamais la couche génératrice ni les cellules protoplasmiques du liber et des rayons médullaires, à moins que ces cellules ne meurent par suite des conditions de milieu.

» Les vaisseaux brunis sont obstrués par une masse dense d'innombrables bactéries; on ne les observe pas dans les cellules tangentes des rayons médullaires et de la couche génératrice. Les bactéries n'existent que dans les organes (vaisseaux) qui sont dépourvus de protoplasma. Elles se cultivent facilement sur divers milieux et même sur gélose acidifiée avec du moût de raisin (verjus); mais, dans ce cas, les traînées, généralement spumacées, d'un blanc laiteux et en éventail, sont plus diffuses et plus claires. Cette bactérie est en forme de bâtonnets (3μ sur $0^{\mu},45$); dans les boutures envahies depuis longtemps et mortes, et dans certaines conditions de culture, les bâtonnets se renflent à l'une de leurs extrémités en une spore très brillante ($0^{\mu},80$). MM. les Drs A. Charrin et Ostrowski (1) ont pu rendre, après plusieurs passages, cette bactérie « pathogène pour » le lapin; cet animal inoculé maigrit, devient albuminurique...; les » toxines, injectées après stérilisation, engendrent les phénomènes mor» bides provoqués par le ferment figuré lui-même ».

» Nous avions pensé tout d'abord à une maladie spécifique de la Vigne. Nous avons placé en pépinière des boutures brunies, nous en avons mis d'autres à pousser dans l'eau; rameaux et racines ont évolué normalement. Nous avons fait des greffes-boutures avec les sarments brunis; ceux-ci servaient tantôt de porte-greffe, tantôt de greffons. Le sarment bruni s'est toujours très bien soudé et a donné ou des racines ou des rameaux vigoureux. Dans ce cas, comme dans les précédents, on n'a pas constaté de bactéries dans les nouveaux organes; les bactéries ne se sont pas communiquées du bois bruni au bois normal (sujet ou greffon) au delà de la soudure.

» Enfin, des greffes, dont le bois bruni constituait le greffon, ont été exécutées sur divers porte-greffes déjà racinés et plantés. Là encore, les bactéries sont restées concentrées dans le bois du greffon et ne sont passées ni dans la tige du porte-greffe, ni dans les rameaux du greffon. Il n'y a

---

(1) *Revue de Viticulture* et *Société de Biologie*, 1895.

jamais eu contagion, malgré la soudure et l'union intime des tissus sains avec les tissus brunis. En examinant, en été et en automne, les boutures brunies qui avaient donné des plantes de vigueur normale, nous avons observé que les bactéries étaient moins nombreuses.

» Nous avons fait, en outre, du mois de juin au mois d'octobre, un très grand nombre d'inoculations variées sur les rameaux de divers cépages avec les bactéries provenant de cultures sur milieux différents; ces inoculations n'ont jamais réussi.

» La bactérie du *brunissement des boutures* n'est donc pas pathogène sur les Vignes en pleine vie active. Et cependant, ce brunissement était si caractéristique et si général, que nous avons dû nous demander comment il avait pu se produire dans les boutures. Des sarments aoûtés ont été sectionnés, en octobre, en boutures; les deux extrémités ont été immergées dans des bouillons de culture de la bactérie. Puis, ces boutures ont été mises en stratification dans le sable, arrosé avec de l'eau dans laquelle on avait délayé des cultures de la bactérie; le tas de sable, maintenu humide, était dans une salle à température de 20° à 25°, à peu près constante. Le 25 novembre, les boutures ainsi traitées étaient déjà zonées de brun dans le bois; le brunissement s'est accentué successivement jusqu'en mai et les bactéries sont nombreuses dans les vaisseaux.

» Cette dernière expérience est confirmative des précédentes; la bactérie ne s'est développée que dans les vaisseaux à l'état de repos; lorsque ces organes sont à l'état de vie active, le microbe ne peut s'y multiplier; la bactérie du *brunissement* n'est donc pas pathogène sur les Vignes. C'est un fait dont nous ne connaissons l'analogue que dans le cas du brunissement du bois (tige et bras) des souches, qui a été considéré, à tort, comme une caractéristique d'une maladie parasitaire; les microbes d'espèces différentes, qui existent normalement dans les zones brunes des tissus des tiges ou des bras des Vignes plus ou moins âgées, ne sont pas plus pathogènes que la bactérie du *brunissement des boutures.* »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la nervation carpellaire chez les Gamopétales bicarpellées de Bentham et Hooker.* Note de M. PAUL GRÉLOT, présentée par M. Guignard.

« Aucun botaniste, à ma connaissance, ne s'est appliqué tout spécialement à montrer les relations qui existent entre les faisceaux libéroligneux

des différents cycles floraux et les diverses modifications qu'on rencontre dans la répartition de ces faisceaux chez des fleurs appartenant à la même famille ou à des familles voisines.

» La série des Gamopétales bicarpellées de Bentham et Hooker ayant été à peu près délaissée par les botanistes qui ont étudié la structure anatomique de la fleur, c'est sur elle que j'ai d'abord dirigé mes recherches dont la présente Note a pour but d'exposer quelques résultats relatifs à la nervation des carpelles.

» Si l'entre-nœud qui sépare l'androcée du gynécée est très court, toutes les traces des faisceaux dorsaux et placentaires vont s'insérer séparément sur les traces inférieures ou entre ces dernières, suivant que les faisceaux sont superposés ou non. Dans ce cas, les nervures dorsales secondaires et les nervures placentaires n'ont aucune relation directe avec les nervures médianes carpellaires dont elles dépendent théoriquement; ex. : *Nicotiana longifolia, Jochroma tubulosum, Scopolia orientalis, Solanum Dulcamara, S. jasminifolium, S. pseudocapsicum, Verbascum Lychnitis, Incarvillea Olgæ, Echium pyrenaicum.*

» Ailleurs, les carpelles (non compris la cloison) ne contiennent, outre les nervures médianes réunies dans le réceptacle aux faisceaux pétalaires et staminaux, que des nervures secondaires situées chacune au point de rencontre des bords carpellaires et de la cloison, et que j'appellerai *nervures secondaires communes*. Celles-ci s'unissent parfois aux faisceaux staminaux auxquels elles sont superposées, sans aucune connexion avec les médianes carpellaires (*Phlox paniculata, Gilia capitata,*), mais le plus souvent à droite et à gauche dans le réceptacle, aux faisceaux placentaires des deux loges. Ex. : *Convolvulus pentapetaloides, C. tricolor, Pharbitis purpurea, Ph. Nil, Calystegia sepium,* etc.

» Les nervures secondaires communes se rencontrent encore dans beaucoup d'ovaires, quel que soit d'ailleurs le mode d'insertion des nervures carpellaires médianes et secondaires; ex. : *Solanum jasminifolium, Jochroma tubulosum, Atropa Belladona, Lycium chinense, L. barbarum, Incarvillea Olgæ,* etc.

» Les nervures secondaires, plus ou moins nombreuses, suivant les cas, peuvent s'insérer toutes sur les nervures médianes (*Veronica spicata*), ou bien les unes sur les nervures médianes, les autres sur les nervures placentaires; exemples : *Atropa Belladona, Lycium chinense, L. barbarum, Teucrium Chamædrys,* etc.

» Quelquefois toutes les nervures carpellaires, médianes et secondaires, s'insèrent sur les nervures placentaires réunies au centre du réceptacle; exemple : *Antirrhinum majus, Verbena paniculata*.

» Lorsque l'ovaire est semi-infère, il arrive que toutes les nervures, sans exception, s'insèrent au même niveau et directement sur les faisceaux pétalaires et staminaux; exemples : *Apocynum cannabinum, Vincetoxicum officinale*.

» Enfin, on rencontre souvent des faisceaux dans la cloison, soit vers les bords carpellaires, soit vers le centre de la masse concrescente des placentas. Ces nervures s'unissent toutes aux nervures placentaires au niveau de la base des loges, quelquefois un peu plus haut; exemples : *Atropa Belladona, Jochroma tubulosum, Lycium chinense, L. barbarum, Scopolia orientalis, Convolvulus tricolor, C. pentapetaloïdes, Calystegia sepium, Pharbitis purpurea, Ph. Nil, Phlox paniculata*, etc.

» En ce qui concerne spécialement les faisceaux placentaires, j'ai remarqué que tantôt ils sont indépendants sur tout leur parcours et passent en entier dans l'ovule auquel chacun d'eux est destiné; exemples : toutes les Convolvulacées citées plus haut, *Tencrium Chamædrys, Salvia Hominum, Echium pyrenaicum, Pulmonaria saccharata, Solenanthus apenninus*, etc. Parfois, lorsque le nombre des ovules est considérable, les faisceaux placentaires donnent deux ou trois branches internes; exemple : *Scopolia orientalis, Atropa Belladona, Lycium chinense, L. barbarum, Jochroma tubulosum*, etc., mais les branches primitives seules pénètrent (avec les médianes) jusque dans la base du style où elles disparaissent bientôt. Ailleurs, les quatre faisceaux placentaires, libres à la base, s'unissent deux à deux au sommet de l'ovaire en donnant deux faisceaux placentaires communs, l'un à droite, l'autre à gauche du plan floral. Exemples : *Solanum jasminifolium, S. Dulcamara, S. pseudocapsicum, Scopolia orientalis, Jochroma tubulosum*.

» Enfin, il arrive également que les quatre faisceaux placentaires libres (*Verbena paniculata, Phlox paniculata*), ou réunis deux à deux au sommet, s'unissent aussi à la base de l'ovaire, soit deux à deux, à droite et à gauche du plan floral (*Verbascum Lychnitis, Antirrhinum majus, Linaria vulgaris, Verbena paniculata, Nepeta grandiflora, Nicotiana longifolia*), soit en un seul faisceau axial concentrique à bois interne (*Veronica spicata*), soit en un cylindre vasculaire de structure axiale (*Phlox paniculata, Collomia coccinea, Gilia capitata, Forsythia suspensa*).

» Il n'est pas rare, en effet, que l'axe se prolonge quelque peu au centre de l'ovaire, ainsi que l'a déjà montré M. Van Tieghem (¹). Le système vasculaire de l'axe ainsi prolongé chez les exemples cités plus haut est uniquement composé par les traces des faisceaux placentaires ; mais toujours le cercle axial est dissocié au niveau où les faisceaux placentaires entrent dans leurs bords placentaires respectifs. C'est le niveau que je considère, avec M. Henslow (²), comme la limite extrême de l'axe.

» Ces quelques résultats suffisent pour montrer que la disposition et les rapports des faisceaux dorsaux et placentaires entre eux varient considérablement, et qu'il est intéressant de chercher à connaître quelle valeur taxinomique on peut tirer de l'étude comparée du système vasculaire de la fleur (³). »

GÉOLOGIE. — *Sur les siphons des sources et des rivières souterraines*. Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Presque partout, dans les sources et rivières souterraines des terrains fissurés, on se trouve arrêté, après un parcours plus ou moins long, par des siphons naturels; ils sont formés de voûtes *mouillantes*, c'est-à-dire de murailles rocheuses immergées dans l'eau sur une profondeur et une épaisseur variables, généralement impossibles à déterminer.

» Ces siphons, véritables vannes fixes, de section restreinte, régularisent dans une certaine mesure le débit des eaux souterraines, qu'ils retiennent pour partie dans les réservoirs ou espaces libres situés en amont.

» Ce rôle de régulateur serait rendu plus efficace si, connaissant les dimensions et dispositions exactes de ces siphons, l'on pouvait, par quelques travaux artificiels, les transformer en vannes mobiles, et les asservir ainsi complètement aux besoins de l'industrie, de l'alimentation, de l'irrigation, du desséchement, etc.

(¹) Ph. Van Tieghem, *Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur* (*Mémoires des Savants étrangers*, t. XXI).

(²) G. Henslow, *On the vascular systems of floral organs, and their importance in the interpretation of the morphology of flowers* (*The Journal of the Linnean Society*, 1890, Vol. XXVIII).

(³) Ce travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy, au laboratoire de M. Godfrin, à qui j'adresse ici mes vifs remerciements.

» On sait quelles infructueuses expériences de scaphandre ont été tentées dans ce but à Vaucluse en 1878.

» Or l'on m'a signalé déjà ou j'ai rencontré moi-même plusieurs siphons souterrains, libres aux deux bouts et susceptibles d'aménagement pratique.

» Dans l'embut de Saint-Lambert, sur le plateau de Caussols, au nord de Grasse (Alpes-Maritimes), M. A. Janet en a trouvé un si court, qu'il a pu plonger sous la roche et émerger de l'autre côté.

» Abattre ici un pan de pierre aiderait à diminuer, après les pluies, l'accumulation des eaux qui se produit parfois autour de l'orifice du gouffre.

» Tout récemment, près de Couvin (Belgique), M. Gérard, dans une source formée par la réapparition d'une rivière perdue à 3^{km} en amont, a réussi, en faisant percer deux courts tunnels à la mine, à contourner deux siphons; derrière chacun s'élargissait une assez vaste galerie. En continuant ce travail, on parviendrait peut-être à découvrir d'autres excavations, faciles à transformer en réservoirs lors des crues.

» En Carniole, la grotte de Karlovča, l'un des émissaires du lac de Zirknitz a montré à M. Putick un siphon à deux conduits superposés : l'inférieur est toujours plein d'eau; le supérieur, vide à l'étiage, long de 30^m avec $0^m,90$ de diamètre, fait communiquer deux immenses cavernes qui conduisent les eaux de Zirknitz dans la vallée du Rakbach. On a projeté de modifier ici l'état naturel des choses et notamment d'établir une vanne, manœuvrable de l'extérieur, pour maîtriser au moins en partie les gênantes oscillations du lac de Zirknitz.

» A la grotte de Vrsnica (Carniole), M. Hrasky, en 1887, a pu contourner artificiellement des siphons intérieurs et les modifier de manière à débarrasser la vallée fermée de la Račna de ses inondations périodiques [1].

» Dans les rivières souterraines d'Osselle (Jura), de Salles-la-Source (Aveyron), de la Baume (Ardèche), de Padirac (Lot), du Peak (Angleterre), d'Adelsberg (Autriche), de la Rjéka (Monténégro), etc., par exemple, j'ai vu ou découvert aussi des siphons dont les têtes d'amont et d'aval sont toutes deux connues maintenant.

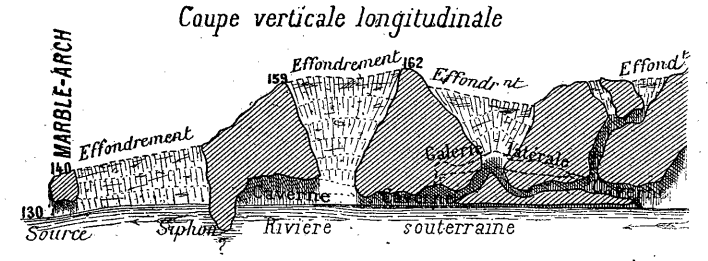
» Le plus curieux de tous est celui de la source de *Marble-Arch* près Enniskillen en Irlande, que j'ai étudié le 16 juillet 1895; la figure ci-contre

---

(1) Voir KRAUS, *Höhlenkunde*, p. 92. Vienne, Gerold; 1894.

me dispensera de le décrire. L'épaisseur de la roche plongeante est de 5^m seulement. La coupe est celle d'un vase communiquant parfait. Rien ne serait plus simple, en ce point, que de supprimer ce dernier barrage placé

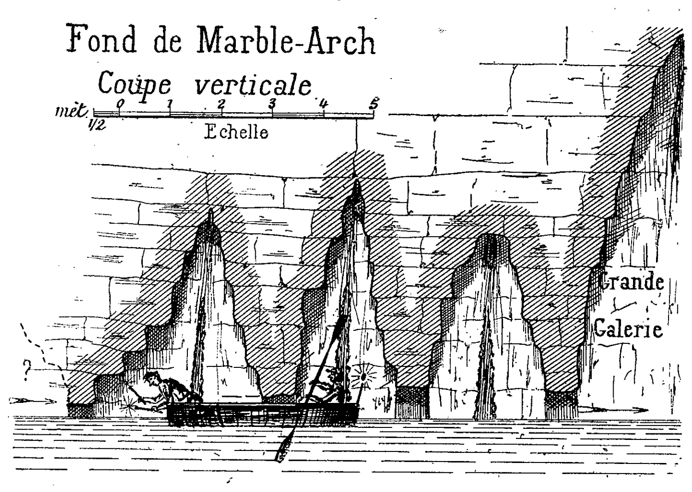
Fig. 1.



sur le cours de la rivière souterraine; cela présenterait de grands avantages pour tout un plateau situé en amont.

» Au fond de la rivière souterraine de Marble-Arch, à plus de 500^m en amont de la source, j'ai trouvé, comme le montre la deuxième figure ci-

Fig. 2.



contre, quatre siphons successifs désamorcés; le quatrième a cependant refusé le passage à notre bateau.

» Indépendamment de toute question d'utilisation pratique, ces divers exemples permettent d'espérer que, dans beaucoup de cas, il suffirait sans doute, pour dépasser l'obstacle d'un siphon et retrouver l'espace

libre au delà, de percer quelques mètres de roche, normalement aux plans des diaclases ou fissures utilisées par l'eau. »

PALÉONTOLOGIE. — *Le* Cadurcotherium. Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« En 1873, Paul Gervais décrivit, sous le nom de *Cadurcotherium Cayluxi*, quelques molaires isolées d'un Mammifère fossile provenant des phosphorites de Caylux (Tarn-et-Garonne). Il pensa que l'animal auquel ces débris avaient appartenu devait être voisin des Rhinocéros.

» Quelque temps après, Noulet annonça la découverte d'une molaire de *Cadurcotherium* dans l'Oligocène des environs de Moissac.

» Les débris de *Cadurcotherium* trouvés depuis cette époque dans les phosphorites du Quercy ont été relativement abondants ; mais il s'agissait toujours de dents isolées peu susceptibles de fournir de nouveaux renseignements.

» Pendant une excursion que je fis l'année dernière dans le bassin de Brioude (Haute-Loire), M. Vernière me parla d'ossements rencontrés par M. Casati dans sa propriété de Barlière, près Bournoncle-Saint-Pierre. M. Vernière voulut bien m'accompagner chez M. Casati, qui mit ces fossiles à ma disposition. Je reconnus une belle mandibule d'*Entelodon magnum*, divers morceaux d'*Acerotherium*, des débris d'une mâchoire de *Cadurcotherium* et de nombreux fragments de Tortues. Tous ces ossements proviennent des arkoses oligocènes ; ils nous permettent de synchroniser les dépôts du bassin de Brioude avec ceux du bassin du Puy et notamment avec les calcaires de Ronzon à *Entelodon*, *Acerotherium*, etc.

» Quant aux fragments de *Cadurcotherium*, ils appartiennent tous à une mâchoire inférieure qui avait été brisée par la pioche des ouvriers. J'ai pu assembler ces débris et obtenir une pièce intéressante.

» Ces échantillons ne sauraient me permettre d'arriver à la connaissance complète du genre *Cadurcotherium*, mais ils révèlent des caractères nouveaux, en même temps qu'ils suggèrent de singuliers rapprochements.

» La mandibule de Bournoncle-Saint-Pierre dénote un animal de la taille d'un petit Rhinocéros. Dans les phosphorites du Quercy, il y a des dents de même grosseur à côté de dents plus volumineuses et de dents plus petites, avec tous les intermédiaires. La formule dentaire est

$$i.1 - c.1 - pm.2 - m.3.$$

» Les deux incisives ne nous sont connues que par leurs alvéoles et un morceau de racine. Ces alvéoles étant peu profonds et les canines étant très rapprochées, on peut admettre que les incisives étaient peu développées; peut-être même étaient-elles caduques de bonne heure.

» Les canines sont fortes, recourbées; leur couronne est prismatique, à section triangulaire, avec de l'émail sur les trois faces; elles sont séparées des molaires par une barre étendue (45^{mm}).

» Les dimensions des molaires vont en croissant de la première à la dernière; la longueur occupée par les deux prémolaires n'est que le tiers de la longueur occupée par les trois molaires vraies. Le caractère général qui donne aux molaires un aspect tout à fait particulier et qui frappe le paléontologiste à première vue, c'est la faible largeur de ces dents, comparativement à leur longueur : elles sont comme comprimées latéralement. Le fût, très élevé, est recouvert d'une épaisse couche de cément. Elles sont formées sur le plan général des molaires des Rhinocéridés, c'est-à-dire composées de deux lobes en croissant, mais ces deux lobes sont fusionnés au point de ne plus être reconnaissables lorsque les dents sont un peu usées. Leur soudure ne laisse, en effet, aucune trace sur la muraille externe qui forme une surface parfaitement unie. Sur de jeunes molaires des phosphorites, il est facile d'observer que, des deux lobes, c'est le postérieur qui est le plus réduit.

» De beaux fragments de mandibules du *Cadurcotherium Cayluxi*, appartenant au musée de Montauban et que M. Léenhardt a bien voulu me communiquer, présentent les mêmes caractères, tout en dénotant un individu ou une espèce de taille plus forte.

» Je ne dois pas m'arrêter à la forme des molaires supérieures, dont on n'a trouvé jusqu'ici que des échantillons isolés ressemblant tout à fait à ceux décrits par Gervais.

» Si, à la lumière des pièces fournies par les phosphorites et du bel échantillon de Bournoncle-Saint-Pierre, nous cherchons à comparer le *Cadurcotherium* avec d'autres Mammifères vivants ou fossiles, notre animal nous apparaît d'abord comme un type très particulier et tout à fait isolé. Le plan des molaires est bien celui des molaires des Rhinocéridés, mais il n'y a là qu'une analogie superficielle, sans grande signification et, d'ailleurs, même à ce point de vue, les différences sont considérables. Par la réduction de ses incisives, le développement de ses canines, la réduction et la différenciation de ses molaires, l'adaptation de celles-ci à un régime herbivore, le *Cadurcotherium* nous apparaît comme un type déjà très spécialisé, quoiqu'il se trouve dans l'Oligocène inférieur, en compagnie des premiers Rhinocéros.

» Il faut aller dans l'Amérique du Sud pour observer des êtres ayant des affinités certaines avec notre curieux fossile. Dans ces dernières années,

les travaux de Burmeister, de MM. Ameghino, Moreno, Mercerat, Lydekker ont multiplié nos connaissances sur les faunes de Mammifères fossiles de l'Amérique du Sud; l'importance et l'étrangeté des découvertes de ces savants ne le cèdent en rien à celles de leurs confrères de l'Amérique du Nord.

» Parmi les nombreux Mammifères de la formation éocène (ou oligocène) de Patagonie, plusieurs genres ont une dentition qui rappelle, par certains traits, la dentition du *Cadurcotherium*. Les molaires des *Typotherium, Toxodon, Toxodontherium, Nesodon, Homalodontherium* sont pour ainsi dire formées suivant le même style. Mais ce ne sont là encore qu'analogies superficielles. Pour trouver des ressemblances plus profondes, il faut considérer le genre *Astrapotherium* qu'on avait d'abord placé à côté des précédents dans le groupe des Toxodontes, mais que les dernières recherches de M. Ameghino tendent à faire entrer dans le groupe très primitif des Amblypodes, à côté des curieux *Dinoceras* de l'Amérique du Nord.

» L'*Astrapotherium* ressemble au *Cadurcotherium* par la réduction des incisives, lesquelles sont absentes à la mâchoire supérieure et assez peu développées à la mâchoire inférieure; par la forme des canines inférieures, qui ont aussi une section triangulaire, par la présence d'une barre ou diastème, par la réduction des prémolaires ($\frac{2}{1}$) et par la forme des molaires qui sont construites tout à fait sur le même plan et ne présentent que des différences d'ordre secondaire. De telles ressemblances, entre le fossile de l'Amérique du Sud et celui du massif central de la France, impliquent nécessairement une étroite parenté. Toutefois, par la diminution des incisives de la mâchoire inférieure, par la fusion plus complète des éléments constitutifs de ses molaires et par l'adaptation de ces organes à un régime herbivore, le *Cadurcotherium* nous apparaît comme une forme plus spécialisée.

» Le *Cadurcotherium*, si disparate au milieu des autres Mammifères d'Europe qui ont été ses contemporains, est, jusqu'à présent, le seul trait d'union entre les faunes éocènes de l'Europe et de l'Amérique du Sud. Il est intéressant de constater que ce genre n'a pas été signalé dans les dépôts oligocènes de l'Amérique du Nord, dont les Mammifères offrent les ressemblances les plus étroites avec ceux de l'Oligocène de France. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures des variations de longueur des glaciers de la région française*. Note du prince **Roland Bonaparte**, présentée par M. J. Janssen.

« Dans une Note précédente (¹), nous avons exposé le but de nos recherches et les principaux résultats obtenus par nous jusqu'en 1891. Depuis cette époque, nos observations se sont étendues jusqu'aux glaciers des Alpes de Savoie et à ceux des Pyrénées. Actuellement, plus de deux cents glaciers sont étudiés par quatre procédés différents dont voici l'énumération, en allant du plus simple au plus composé, du moins précis au plus précis.

» *Premier procédé.* — Renseignements recueillis auprès des gens du pays, connaissant bien la région pour l'avoir parcourue souvent, guides, chasseurs, bergers : la plupart de ces renseignements n'ont qu'une faible valeur.

» *Deuxième procédé.* — Simples repères placés sur les rochers et dont on mesure annuellement la distance au glacier ; la plus grande partie de nos glaciers est ainsi étudiée. Ce procédé est beaucoup plus exact que le précédent, mais il ne donne la crue ou la décrue de la masse glaciaire que sur une ligne, toujours la même. Pour éviter cet inconvénient et afin d'obtenir une plus grande exactitude, nous avons placé plusieurs repères en avant de beaucoup de glaciers, généralement trois, un de chaque côté de la vallée et un sur la ligne du thalweg.

» *Troisième procédé.* — Ligne de pierres peintes et numérotées, placées au pied du front du glacier, et dont le plan, relevé géométriquement chaque année, est relié à une base assez éloignée pour ne pas être recouverte par les mouvements de la glace.

» Les plans ainsi exécutés existent pour 25 glaciers.

» *Quatrième procédé.* — Plan géométrique complet du glacier; il est appuyé sur une triangulation. Ce plan est refait chaque année; on peut avoir ainsi toutes les variations de la masse glaciaire. Cette étude est facilitée par 4 profils en travers et 1 profil en long de tout le glacier.

» Nous avons ces plans et ces profils pour quatre glaciers.

» Les levés exécutés chaque année, entre le mois de juin et celui de septembre, soit sur le glacier tout entier, soit sur son front seulement, sont toujours reportés sur le même plan, ce qui permet de voir d'un seul coup

(¹) *Comptes rendus*, 4 avril 1892.

d'œil les positions successives de la masse terminale du glacier étudié; en joignant, par des lignes droites, les deux lignes brisées donnant la position du front à une année d'intervalle, on obtient un polygone irrégulier représentant l'espace de terrain sur lequel la glace a fondu, ou bien, au contraire, la surface recouverte par elle.

» Cette surface est évaluée sur les plans, en mètres carrés, à l'aide du planimètre Amsler. Le Tableau ci-joint donne ces résultats numériques pour un certain nombre de glaciers, auxquels nous avons appliqué, chaque année, depuis 1891, les procédés III et IV; il y en a 27 en tout.

» Au cours de la campagne de 1895, 31 nouveaux glaciers ont été étudiés de la sorte.

	1892-1893.			1893-1894.			1894-1895.		
Noms des glaciers.	Avancement.	Recul.	Stationnaire.	Avancement.	Recul.	Stationnaire.	Avancement.	Recul.	Stationnaire.
1° Alpes du Dauphiné............									
a. G. de la Pilatte...........	//	32586,75	//	//	11745,89	//	//	2697,00	//
b. G. du Chardon............	//	20644,50	//	//	5612,75	//	//	3279,75	//
c. G. de la Meije............	//	//	//	//	//	//	1953,00	//	//
d. G. Noir....................	//	//	//	//	//	//	//	//	S
2° Alpes de Savoie................									
a. G. des Évettes............	//	//	//	//	1110,70	//	//	//	//
b. G. de Lepena.............	//	//	//	//	//	S.	//	2060,00	//
c. G. de la source de l'Isère..	//	//	//	//	898,37	//	//	//	S
d. G. de la source de l'Arc...	//	//	//	//	//	//	//	31,50	//
e. G. des Fours..............	//	//	//	//	//	//	//	2210,00	//
f. G. de Gebroulaz..........	//	//	//	//	//	//	9548,00	//	//
g. G. de Rosolin.............	//	//	//	//	//	//	//	3755,00	//
h. G. de Vallonbrun..........	//	//	//	//	//	//	//	1089,00	//
3° Pyrénées.									
a. G. du Vignemale..........	//	30104,00	//	//	//	S	//	//	S
b. G. du Vignemale (Nord)..	//	8655,00	//	//	3474,25	//	//	//	//
c. G. du Taillon.............	//	//	//	//	1433,03	//	//	1429,50	//
d. G. du Mont-Perdu........	//	//	//	464,16	//	//	1030,00	//	//
e. G. de la Brèche de Roland.	//	//	//	//	//	S	//	//	//
f. G. de Pailhas.............	//	//	//	//	//	S	//	//	//
g. G. de Neouvielle..........	//	//	//	//	//	S	//	//	//
h. G. de Marboré............	//	//	//	//	//	S	//	//	//
i. G. de la source de la Cascade	//	//	//	//	//	S	//	//	//
j. G. de la Maladetta........	//	//	//	//	//	//	//	1158,25	//
k. G. des Posets (Est).......	//	//	//	//	//	//	349,00	//	//
l. G. des Posets (Nord).....	//	//	//	//	//	//	1125,00	//	//
m. G. du Nethou.............	//	//	//	//	//	//	//	7690,85	//
n. G. des Barrancs...........	//	//	//	//	//	//	1887,00	//	//
o. G. des Gourgs Blancs.....	//	//	//	//	//	//	//	4988,00	//
p. G. du Seil de la Baque....	//	//	//	//	//	//	1030,25	//	//
q. G. du Portillon d'Oo......	//	//	//	//	//	//	//	1772,00	//
Total........	//	4	//	1	6	7	7	12	3

» En combinant les renseignements fournis par le Tableau et les procédés I et II, on voit qu'en 1895 les trois quarts des glaciers de la région française étudiés par nous étaient encore en voie de décrue. »

M. **Stcherbakof** adresse la description d'une « Méthode pour définir la position de la surface d'émission des rayons X ». (Extrait.)

« On colle un petit rond en plomb sur la surface d'un tube de Crookes à peu près au centre de la tache fluorescente. Ensuite, on pose devant le tube, à une certaine distance, une feuille en métal peu transparent pour les rayons X, percée de petites ouvertures, et derrière cette feuille, parallèlement à elle, une plaque sensible. Chaque ouverture donnera sur la plaque photographique l'image de la surface radiante, sur laquelle le rond en plomb se trouvera aussi projeté. En mesurant les déplacements relatifs du rond (d'après le négatif ou le positif), on peut calculer la distance de la surface des rayons X à la surface extérieure du tube.

» La surface de radiation se trouve à l'intérieur du tube à une certaine distance de sa surface intérieure. »

M. **Zenger** transmet à l'Académie la photographie d'un fœtus extrait, à Prague, de l'abdomen d'un jeune homme de 19 ans. Un procès-verbal annexé à la photographie donne des détails sur la tumeur et sur l'opération chirurgicale de l'extraction.

M. **S. Claparède** adresse une lettre relative au procédé qu'il emploie pour animer d'un mouvement rapide une série d'épreuves photographiques successives.

M. **Edmond Jeanmaire** adresse une Note sur une « Horloge astronomique perpétuelle ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 MAI 1896.

Traité d'Analyse, par M. ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences. Tome III : *Des singularités des intégrales des équations différentielles. Étude du cas où la variable reste réelle; des courbes définies par des équations différentielles. Équations linéaires; analogies entre les équations algébriques et les équations linéaires.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par M. Picard.)

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. Tome VI. Fascicule I. Paris, 1896; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur, par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations et les revaccinations pratiquées en France et dans les colonies pendant l'année 1894. Melun, 1896; 1 br. in-8°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Mai 1896. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Études géographiques, par M. VENUKOFF. Paris, A. Reiff, 1896; in-12.

Journal de Pharmacie et de Chimie. N° 10. 15 mai 1896. Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. 16 mai 1896. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

La Lancette française. Gazette des Hôpitaux civils et militaires. N° 57. 14 et 16 mai 1896. Paris, F. Levé; in-4°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie. Rédacteur en chef : GASTON TISSANDIER. 16 mai 1896. Paris, Masson et Cie; gr. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Congrès horticole de 1896. Paris, Maretheux; in-8°.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Anno CCXCIII, 1896. Serie quinta : *Rendiconti.* Fasc. 8. 1er semestre. Roma, 1896; gr. in-8°.

The Journal of the American chemical Society. May 1896; Easton, Pa.; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 MAI 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Müntz* pour remplir la place laissée vacante dans la Section d'Économie rurale par le décès de M. *Reiset*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Müntz** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Sur les recherches faites à l'observatoire de Madison par M.* G. Comstock, *concernant l'aberration et la réfraction.* Note de M. **Lœwy**.

« Le Volume publié par l'observatoire de Madison, et dont je suis chargé de faire hommage à l'Académie, renferme un important Mémoire

de M. G. Comstock « Sur la recherche de l'aberration et de la réfraction » atmosphérique ». Il a fait usage d'un appareil optique dont j'avais indiqué le principe dans diverses Communications à l'Académie qui datent déjà de quelques années, mais auquel il a apporté des modifications originales et importantes.

» La méthode que j'avais proposée exige l'emploi d'un miroir formé de deux surfaces réfléchissantes installées devant l'objectif d'une lunette. Le dispositif permet de mesurer l'intervalle angulaire de deux étoiles, situées dans des régions très différentes du ciel, avec une précision considérable, indépendamment de toute hypothèse sur la constance ou la variabilité des latitudes. On est ainsi à même de déterminer directement plusieurs constantes fondamentales de l'Astronomie, notamment celles de l'aberration et de la réfraction. J'ai fait à l'Observatoire de Paris une application de cette méthode à la recherche de la constante de l'aberration.

» Le procédé dont nous avons fait usage est purement différentiel, c'est-à-dire qu'il repose sur la mesure, dans une même soirée, des arcs qui séparent deux couples d'étoiles. M. Comstock a voulu étendre l'application de la méthode en la faisant servir à l'évaluation absolue des distances. Il a été conduit ainsi à modifier d'une manière profonde la disposition de l'appareil et la marche des opérations. Ainsi, au lieu de deux surfaces réfléchissantes, taillées dans un même bloc de verre et par suite invariablement liées entre elles, M. Comstock installe devant sa lunette trois miroirs plans, susceptibles chacun d'un réglage indépendant. Les étoiles associées ne sont plus à 90°, mais à 120° l'une de l'autre sur la sphère céleste. Chacune d'elles n'est plus vue par une moitié de l'objectif, mais par une ouverture circulaire, dont le diamètre ne dépasse pas 5^{cm}.

» Ces dispositions déduites de vues théoriques très ingénieuses rendent en effet possible la mesure absolue d'un arc voisin de 120° sur la sphère céleste. Elles permettent aussi de s'affranchir de l'erreur qui résulte d'une mise au foyer imparfaite, erreur dont la loi a été mise en lumière par M. Comstock dans une recherche préliminaire. Mais ces avantages s'achètent au prix de difficultés pratiques très sérieuses, imposées par les conditions physiques du problème et qui semblent de nature à limiter, dans leur application, les belles conceptions de M. Comstock. La mesure des distances se fait nécessairement à de faibles hauteurs; l'influence de la réfraction devient, en conséquence, très sensible, et l'on se trouve dans la nécessité de mener de front l'étude de la réfraction et celle de l'aberration. M. Comstock s'est vu ainsi amené à discuter et à élucider divers

points qui intéressent l'Astronomie générale. Ainsi, l'influence du degré hygrométrique de l'air sur la réfraction, celle de la couleur des étoiles, influences que l'on néglige, en général, à l'exemple de Laplace, semblent assez clairement ressortir des observations faites à Madison.

» Ces mêmes séries apportent une confirmation aux nombres trouvés dans les laboratoires de Physique pour l'indice de réfraction et le coefficient de dilatation de l'air atmosphérique. Elles s'accordent très bien avec les réfractions moyennes fondées sur les travaux de l'observatoire de Pulkova, tout en indiquant comme probable une petite variation de la constante de la réfraction ayant l'année pour période. Une autre conclusion, déjà rendue probable par diverses recherches, consiste en ce que les instruments méridiens paraissent donner des valeurs systématiquement trop grandes pour les ascensions droites des étoiles faibles, cet effet pouvant s'élever à environ $0^s,009$ par grandeur d'étoile. Un résultat curieux de ces études est l'existence d'une équation personnelle dans la mesure des distances, correction qui varierait comme le carré de l'intervalle mesuré. La discussion approfondie à laquelle M. Comstock s'est livré le conduit à regarder ce phénomène comme réel et donne en définitive, pour la constante de l'aberration, le chiffre $20'',44$, très voisin de celui qui a été trouvé, il y a un demi-siècle, par W. Struve. Cette valeur présente aussi un accord très satisfaisant avec celle fournie par nos propres recherches. L'une et l'autre ne dépendent en aucune manière des hypothèses faites sur la loi de variabilité des latitudes.

» La sagacité et la persévérance dont M. Comstock a fait preuve au cours de ces recherches difficiles me semblent désigner son travail d'une manière toute particulière à l'attention de l'Académie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques*. Réponse à la Note de M. *Potier;* par M. **Marcel Deprez.**

« *a*. L'expérience que j'ai décrite dans ma précédente Communication n'est, suivant M. Potier, que la reproduction schématique de faits acquis et utilisés industriellement. C'est bien possible, toute expérience scientifique n'étant que la reproduction schématique de faits mis à profit dans l'industrie. Il y a cependant une différence essentielle entre le dispositif de mon appareil et celui auquel M. Potier fait allusion : c'est que, dans mon appareil, le tube de fer se meut dans un champ uniforme, ce qui est exac-

tement le contraire de ce qui a lieu dans les machines citées par M. Potier.

» *b.* Je n'ai jamais attaqué les lois classiques de l'induction, comme paraît le croire M. Potier; bien au contraire, je les applique plus strictement que lui-même, comme je le montrerai tout à l'heure. La proportionnalité entre la force électromotrice et la variation du flux de force total embrassé par un circuit fermé est d'ailleurs *une conséquence* des lois fondamentales de l'induction exercée sur un élément de circuit quand on admet (comme l'ont fait expressément tous les savants qui, les premiers, ont formulé ces lois) que l'élément *est coupé* par les lignes de force. C'est à tort que l'on cherche maintenant à donner cette conséquence comme étant la loi fondamentale de l'induction. Cette manière de procéder ressemble à celle qui consisterait à considérer les théorèmes généraux de la Mécanique rationnelle (Théorème des forces vives, Théorème des aires, Théorème du mouvement du centre de gravité, etc.), non comme des conséquences des principes fondamentaux de la Dynamique, mais comme étant eux-mêmes des principes qui rendent les premiers inutiles. M. Bertrand a donné de l'abus que l'on fait maintenant de ces théorèmes généraux un exemple saisissant dans sa *Thermodynamique* ([1]).

» La règle de la proportionnalité entre la force électromotrice d'induction et la variation du flux magnétique total embrassé par le circuit est donc une conséquence et non un principe; elle est d'ailleurs d'un usage extrêmement commode quand on veut trouver immédiatement la valeur de la force électromotrice développée dans un circuit fermé sans se donner la peine de chercher quelle est la part contributive de chaque portion du circuit à la production de cette force électromotrice.

» Ce n'est donc ni des lois classiques de l'induction ni de leurs conséquences qu'il s'agit ici, mais des explications hypothétiques que l'on donne habituellement du rôle que joue le noyau de fer de l'induit.

([1]) ... Un calorifère brûle beaucoup de charbon. La maison, que cependant il chauffait très mal, s'écroule tout à coup; que s'est-il passé? L'explication est aisée, répond un philosophe fier de pouvoir démontrer en quelques minutes tous les principes de la Physique : « La force est immuable, la chaleur qui n'échauffait pas s'est transformée en travail. La chute de la muraille confirme la théorie, il n'y a pas d'autre cause à chercher. » On cherche cependant et l'on découvre quelques barres de fer qui, dilatées par les conduits du calorifère, ont dérangé les pierres du mur écroulé. La chaleur, il l'avait bien dit, s'est transformée en travail. Mais, dans l'explication, les barres de fer, ne lui en déplaise, auraient mérité une mention. (J. BERTRAND, *Thermodynamique*.)

» *c*. M. Potier dit que mon expérience ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue à chaque élément du fil induit une force électromotrice proportionnelle au flux coupé par cet élément. Je suis absolument de son avis, car plutôt que d'admettre que cette règle pût être en défaut, je n'ai pas hésité à rejeter l'*hypothèse classique*, d'après laquelle les lignes de force du champ, ne pénétrant pas à l'intérieur du tube, ne sauraient *couper* le fil induit. J'ai donc été conduit à formuler l'opinion contraire et à admettre que les lignes de force du champ extérieur au tube traversent celui-ci comme s'il n'était pas magnétique; mais, en le traversant, elles le transforment en aimant et créent ainsi un nouveau champ magnétique dont les lignes de force se propagent dans l'espace sans troubler celles du champ primitif et sans en être troublées. Une masse magnétique égale à l'unité, placée en un point quelconque de l'espace extérieur ou intérieur au tube, est donc sollicitée par une force représentée en grandeur et en direction par la résultante des forces dues à chacun des deux champs; c'est ce que j'appelle l'intensité du champ résultant, le seul que l'on puisse constater avec une aiguille aimantée ou avec un fantôme magnétique. La *loi* fondamentale de l'induction, que mon expérience confirme complètement, bien loin de la contredire, permet au contraire de séparer les effets produits par chacun des deux systèmes de lignes de force.

» Il suffit pour cela de rendre le fil induit solidaire de celui des deux systèmes magnétiques dont on veut éliminer l'effet. La force électromotrice d'induction étant en effet proportionnelle à la vitesse *relative* du fil et du système magnétique, s'annule lorsque le système et le fil sont solidaires. Mais, pour que ce procédé soit applicable, il ne faut pas que le déplacement relatif des masses magnétiques qui font corps avec le fil et de celles qui en sont restées indépendantes entraîne des variations dans la grandeur de leur flux de force individuel.

» C'est ce principe qui est appliqué dans mon expérience. Le tube transformé en aimant par le champ inducteur dans lequel il est placé possède un champ propre qui, à l'intérieur, est de signe contraire à celui du champ inducteur. Le champ résultant que l'on constate à l'intérieur du tube est donc beaucoup plus faible que le champ extérieur; il peut même être nul si le tube est très épais. Une aiguille aimantée, placée dans l'intérieur du tube, ne serait donc soumise qu'à un couple très faible. C'est ce fait qu'on exprime journellement en disant qu'une cage de fer *fait écran* et empêche les lignes de force d'un champ magnétique extérieur de pénétrer à l'intérieur et on l'explique par les propriétés conductrices du fer à l'égard

des lignes de force magnétique. Dans ma théorie, au contraire, les deux systèmes de lignes de force coexistent; ils produisent des efforts égaux et de signe contraire sur une masse magnétique, mais peuvent se révéler séparément par la force électromotrice d'induction qu'ils produisent sur un élément de circuit animé d'un mouvement relatif par rapport à l'un d'eux.

» M. Potier admet comme moi que le champ magnétique résultant est nul au centre du tube quand celui-ci est très épais, mais, n'admettant pas la coexistence des deux systèmes de lignes de force, il essaye d'expliquer l'induction en disant que « le champ magnétique n'est pas invariable en » grandeur et en direction en tout point de l'espace, parce qu'il est mo- » difié à chaque instant par le déplacement du tube de fer doux ». Il serait facile de prouver que cette modification continuelle du champ par le déplacement d'un tube de fer *aimanté d'une manière permanente* ne peut pas produire de force électromotrice d'induction. Mais il y a une objection beaucoup plus forte à l'explication proposée par M. Potier.

» Comment le fil peut-il être le siège d'une force électromotrice développée par la variation d'intensité d'un champ dont les lignes de force ne le coupent pas puisque, d'après M. Potier lui-même, le champ magnétique à l'intérieur du tube est constamment nul lorsque le tube est suffisamment épais? Le champ extérieur dont les variations continuelles engendrent, suivant M. Potier, la force électromotrice constatée agit donc *à distance* sur le fil, dans une région de l'espace où ce champ n'existe pas?

» Si l'on veut éviter le retour aux actions à distance, et si l'on veut éviter d'admettre avec moi que les lignes de force du champ traversent le fer comme s'il n'était pas magnétique, je ne vois qu'une troisième explication : c'est de considérer le siège de la force électromotrice comme étant situé, non pas dans le fil mobile, mais dans les autres portions du circuit électrique. Elle satisferait d'ailleurs parfaitement à la règle invoquée dans le paragraphe (a) de la Note de M. Potier, mais elle soulèverait d'autres objections et je n'insiste pas sur ce point.

» Il est presque inutile, après les détails dans lesquels je viens d'entrer sur la manière dont j'explique le rôle du tube de fer doux, de discuter les paragraphes (d) et (e) de la Note de M. Potier. Je me propose d'ailleurs d'examiner à fond, dans une prochaine Communication, le rôle du noyau de fer dans les machines du genre Pacinotti, aussi bien lorsque l'on considère cette machine comme produisant une force électromotrice que lorsqu'on l'étudie au point de vue des efforts mécaniques développés par le

passage d'un courant. J'aurai alors l'occasion de revenir sur les points traités dans ces deux paragraphes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Source et nature du potentiel directement utilisé dans le travail musculaire, d'après les échanges respiratoires, chez l'homme en état d'abstinence;* par M. A. CHAUVEAU.

« Les conclusions de cette nouvelle Note reposent toutes sur les enseignements que j'ai demandés au quotient des échanges respiratoires, en me conformant aux principes exposés dans ma précédente étude (¹).

» Le travail musculaire est l'un des phénomènes par lesquels se manifeste le mieux l'activité de l'organisme. C'est aussi celui qu'il est le plus facile de provoquer à volonté dans les conditions prévues, réglées à l'avance, qui doivent assurer le succès des recherches destinées à éclairer l'énergétique physiologique. Enfin, on possède déjà quelques données précises sur la nature du potentiel dont le travail musculaire provoque la consommation. En s'attachant à l'étude méthodique du quotient respiratoire dans le travail musculaire, on a donc chance d'arriver à des déterminations rigoureuses sur la source et la nature de la dépense énergétique qu'entraîne la mise en activité des organes de l'animal.

» Je n'ai pas à justifier l'emploi général de la méthode; elle est admise même par ceux qui se refusent à accepter intégralement la théorie de Lavoisier sur la source de l'énergie dépensée dans les manifestations de la vie. Personne ne doute maintenant qu'avec la connaissance des substances qui se brûlent dans l'organisme et celle de leurs quotients de combustion, on ne puisse prévoir le sens et le mécanisme des modifications que le quotient respiratoire est appelé à subir. Personne ne doute, non plus, qu'à l'inverse, la connaissance du quotient respiratoire ne donne le moyen d'obtenir des notions importantes sur le potentiel consommé et la nature des transformations qu'il éprouve.

» Très nombreuses sont déjà les études du quotient respiratoire pendant le travail musculaire, très intéressantes et très instructives aussi, comme j'aurai à le démontrer, en les exploitant au profit de mes conclusions. Mais je n'ai pas à en tenir compte pour le moment.

» Mon premier soin, en entrant dans ma propre campagne de recher-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1098; 1896.

ches a été de me créer une base solide d'opérations, c'est-à-dire un terme de comparaison réalisé dans les conditions de la plus grande simplicité possible, un type exact, précis, absolument indiscutable, auquel on pourrait rapporter tous les résultats obtenus dans des conditions plus compliquées.

» Ce type sûr ne pouvait m'être donné que par une étude préalable de l'influence qu'exerce le travail musculaire sur le quotient respiratoire, *dans l'état d'abstinence*. J'ai trop insisté, en maintes circonstances, sur les avantages que présente cette condition, pour avoir besoin de faire valoir ces avantages à nouveau. Ils sont si évidents qu'ils se traduisent même dans les expériences antérieures, où ils n'étaient ni prévus, ni recherchés, et où, du reste, ils ont passé inaperçus.

» On sait à l'avance que l'étude du quotient respiratoire, pendant le travail musculaire, n'a rien à nous apprendre de nouveau sur la non-participation des albuminoïdes de l'organisme à la fourniture du potentiel que consomme immédiatement ce travail. Pas plus chez le jeûneur que chez le sujet alimenté, ils ne concourent à la dépense énergétique qu'entraîne le travail physiologique du muscle (1). Ce sont donc nécessairement les éléments ternaires de l'organisme qui pourvoient à cette dépense dans tous les cas. Lesquels interviennent? Les hydrates de carbone, dont la provision est toujours si réduite? Les graisses, qui forment souvent d'énormes réserves? L'un et l'autre de ces deux ordres de substances ternaires? Que peut nous apprendre le quotient respiratoire de l'homme sur ce point?

» Voyons d'abord les faits. L'interprétation suivra.

» Un seul exemple suffira à l'exposition de nos résultats.

» *Expérience*. — Le sujet est maigre, peu robuste et ne pèse que $62^{kg},5$.

» Il est à jeun depuis seize heures. Son dernier repas a été pris la veille entre 5^h et 6^h du soir et l'expérience commence à 10^h du matin.

» Le travail exécuté consiste dans une succession de montées et de descentes de l'escalier principal du laboratoire, ininterrompues et accomplies toujours dans le même temps. Au bout de soixante-dix minutes, le sujet a fait environ 29000^{kgm} en travail positif et autant en travail négatif.

» Alors, la fatigue survenue ne permettait pas de continuer le travail sans le ralentir. On l'arrête donc complètement pour conserver à l'expérience le bénéfice de l'identité des conditions pendant toute sa durée.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 429 et 504; 1896. Aux renseignements déjà fournis sur ce point par l'azote urinaire s'ajouteront, dans une autre étude, ceux qui sont donnés par les échanges respiratoires et qui sont en parfaite concordance avec les premiers.

» L'air a été recueilli six fois avec l'appareil Chauveau-Tissot. Chaque prise a duré cinq minutes, très exactement.

» Voici les quotients respiratoires donnés par les analyses :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
1.	Immédiatement avant le travail	0,75
2.	Au début du travail, pendant les 5 premières minutes	0,84
3.	Au début du travail, entre la 10e et la 15e minute	0,87
4.	De la 40e à la 45e minute après le début du travail	0,95
5.	A la fin du travail, de la 65e à la 70e minute	0,84
6.	Après 1 heure de repos	0,74

» On voit se reproduire, dans ces résultats, un fait déjà bien établi : l'accroissement du quotient respiratoire sous l'influence du travail musculaire chez les sujets en état d'abstinence. Nous allons, tout à l'heure, en faire ressortir la remarquable signification. Mais à ce fait s'en ajoute un autre plus nouveau et d'une signification non moins importante au point de vue des déterminations qui sont cherchées ici : *le quotient respiratoire ne garde pas, pendant toute la durée du travail, la valeur élevée qu'il atteint souvent avec une très grande rapidité* (ici l'élévation a été plutôt un peu lente). *Cette valeur baisse quand le travail se prolonge;* et lorsque le travail a cessé, elle baisse encore davantage, *au point de descendre même au-dessous du chiffre que le quotient respiratoire présentait avant le travail.*

» Je tiens à dire tout de suite que cette marche des échanges respiratoires excités par le travail, pendant l'abstinence, est absolument constante, quoiqu'elle soit exposée à de grandes variations, suivant l'état de santé et la vigueur des sujets, leur embonpoint et leur régime antérieur, l'intensité du travail et la manière dont il est exécuté. Mais jamais cette variété de conditions ne modifie le sens des résultats obtenus. Dans tous les cas, le travail musculaire s'accompagne des phénomènes suivants :

» 1° Accroissement du quotient des échanges respiratoires;

» 2° Atténuation marquée de cet accroissement pendant le cours du travail, s'il se prolonge;

» 3° Chute du quotient respiratoire à sa valeur primitive (avant le travail) même à une valeur inférieure, pendant la période de repos consécutif au travail.

» On devine à l'avance le parti qui va être tiré des principes posés, dans ma dernière Note, d'après l'expérience de Regnault et Reiset, sur le sommeil hibernal, pour l'explication de ces phénomènes, particulièrement des deux derniers, qui n'avaient jamais été l'objet des préoccupations des physiologistes.

» *Interprétation des résultats expérimentaux.* — La méthode à observer, pour cette interprétation, consiste à prendre comme point de départ le quotient respiratoire de la période initiale de repos (0,75) et à se représenter la valeur que lui donnerait sa combinaison avec les quotients de combustion des hydrates de carbone ou de la graisse, en tenant compte de la proportion dans laquelle le travail accroît les échanges respiratoires, soit, comme moyenne convenant à peu près au cas présent, 4:1.

» Supposons d'abord une consommation exclusive de graisse, avec son quotient de combustion $\frac{CO^2}{O^2} = 0,70$ environ. La combinaison

$$\frac{0,70 \times 3 + 0,75 \times 1}{4}$$

donne le quotient 0,71. Ainsi l'utilisation directe de la graisse, comme source de l'énergie nécessaire à la mise en activité des muscles, implique un abaissement notable du quotient respiratoire primitif pendant cette mise en activité. Or, c'est justement le contraire qui arrive, c'est-à-dire un très fort accroissement de ce quotient primitif de l'état de repos. Ceci montre, aussi nettement que possible, que *la combustion de la graisse ne concourt pas directement à la dépense énergétique du travail musculaire*.

» Supposons maintenant le cas d'une consommation d'hydrate de carbone avec son quotient de combustion $\frac{CO^2}{O^2} = 1$. On a alors

$$\frac{1 \times 3 + 0,75 \times 1}{4} = 0,94.$$

Or, ce chiffre 0,94 représente à peu près la valeur du quotient constaté, dans l'expérience, quand le travail bat son plein. N'en résulte-t-il pas, avec toute évidence, qu'*il est pourvu à la dépense énergétique qu'entraîne le travail musculaire par la combustion des hydrates de carbone en réserve dans l'organisme?* Cette conclusion est d'autant plus légitime qu'elle concorde parfaitement avec les observations de tous les expérimentateurs (Nasse, Weiss, moi-même, etc., etc.) qui ont étudié l'influence du travail musculaire sur les réserves d'hydrates de carbone. Ce point va être repris tout à l'heure.

» Mais le quotient respiratoire ne se maintient pas au même taux élevé pendant toute la durée du travail, si celui-ci est suffisamment intense et prolongé. Ce quotient reste toujours très supérieur au chiffre qui permettrait d'admettre l'hypothèse d'une substitution pure et simple de la graisse aux hydrates de carbone dans les combustions organiques. Toutefois, il baisse assez pour qu'on soit autorisé à dire qu'il se mêle un autre pro-

cessus à la combustion glycosique, primitivement seule en jeu ou à peu près. Quel est ce processus additionnel?

» Il semble que le plus simple serait d'admettre que les réserves d'hydrates de carbone, à mesure qu'elles s'appauvrissent, s'adjoignent comme adjuvant, dans leur rôle de fournisseur de potentiel, les riches réserves graisseuses de l'organisme. La combinaison des quotients de combustion des graisses et des hydrates de carbone expliquerait, en effet, très bien la valeur (0,84) qu'a prise, dans notre expérience, le quotient respiratoire vers la fin du travail; mais il y a, contre cette interprétation, des faits importants qui la rendent inadmissible. On les trouvera, avec leur signification absolument péremptoire, dans nos études ultérieures.

» Il en est un cependant qui doit être cité ici même, parce qu'il est fourni par l'expérience actuelle, où il ne se dégage pourtant pas avec son intensité habituelle, celle que nous lui verrons acquérir (voir la Note ci-après) dans quelques autres expériences. Rapprochons ce fait de ceux qu'il sert à interpréter.

» Ce qu'il s'agit d'expliquer présentement, ce sont les caractères qu'affecte le quotient respiratoire vers la fin du travail. Or, *ces caractères ne sont que le prélude de ceux qui se manifestent pendant la période de repos dont on fait suivre l'exercice musculaire*. Les mécanismes qui interviennent dans un cas sont donc également ceux qui interviennent dans l'autre. Or, pendant le repos consécutif au travail, l'abaissement du quotient respiratoire prend quelquefois des proportions telles qu'il n'est plus possible d'expliquer la valeur de ce quotient qu'en faisant intervenir le concours d'une oxydation rudimentaire des graisses, avec le quotient 0,27, pour leur transformation en hydrates de carbone et la reconstitution des réserves de glycogène. Il nous suffit donc d'admettre que la reconstitution de ces réserves commence pendant le travail lui-même pour expliquer les caractères du quotient respiratoire à la fin de ce travail.

» L'étude directe des réserves de glycogène elles-mêmes démontre que, en effet, telle est bien la manière dont elles se comportent dans l'accomplissement des actes de la contraction musculaire. Elles s'appauvrissent, par le travail et dès les premiers instants du travail, non seulement dans les muscles, mais encore dans la glande hépatique. Qu'on rapproche ce fait de cet autre fait avec lequel il coïncide : l'accroissement considérable du quotient respiratoire; il apparaît alors nécessairement que les hydrates de carbone en réserve se brûlent pour fournir l'énergie nécessaire à la mise en activité du tissu musculaire. L'interprétation est absolu-

ment forcée : *Les muscles, pendant l'abstinence, trouvent dans les hydrates de carbone qui les imprègnent le potentiel dont ils ont besoin pour fonctionner.*

» Or, il n'y a aucune raison d'admettre que les muscles, en quelque circonstance que ce soit, empruntent jamais leur potentiel à une autre source, soit en totalité, soit en partie seulement. Si la consommation énergétique déterminée par le travail s'accentue en se prolongeant, les réserves de glycogène peuvent être amenées très près de leur complet épuisement. Mais elles ne disparaissent pourtant point entièrement. S'épuiseraient-elles tout à fait que les hydrates de carbone resteraient encore bien représentés. Il est remarquable, en effet, que ce cas est un de ceux où la glycose est conservée dans le sang. Elle y persiste toujours en notable quantité, quoique le sang continue à s'en dépouiller dans la traversée des capillaires de la circulation générale.

» Donc, si alors les hydrates de carbone ne s'épuisent pas complètement dans l'organisme, c'est qu'ils se reforment par les procédés que j'ai indiqués, particulièrement aux dépens des graisses.

» Cette reconstitution est certainement incessante; mais elle n'a pas constamment la même activité parce qu'elle n'est pas toujours aussi nécessaire. Probablement très faible au début du travail, lorsque les réserves d'hydrates de carbone sont encore abondantes, la reconstitution de ces réserves s'accentue à mesure que leur richesse diminue. De même s'accentue l'absorption de l'oxygène, agent de la transformation de la graisse en glycogène ou glycose.

» *Ainsi s'explique-t-on que le quotient respiratoire soit moins élevé à la fin qu'au début du travail.*

» Ajoutons que, dans l'état de repos qui suit le travail, la reconstitution de ces hydrates de carbone se continue en s'accentuant beaucoup. Alors le mécanisme n'en est pas masqué par les échanges gazeux spéciaux à l'état de travail; aussi le quotient respiratoire porte-t-il la marque particulière de ce mécanisme : ce quotient baisse assez pour ne pouvoir être expliqué autrement que par l'intervention de l'oxydation rudimentaire qui transforme les graisses en hydrate de carbone.

Conclusions. — 1° *D'après les renseignements fournis par les échanges respiratoires, la graisse ne constitue jamais le potentiel directement utilisé par les muscles en travail, chez l'homme en état d'abstinence;*

» 2° *C'est sous forme d'hydrates de carbone que ce potentiel énergétique est fourni à l'activité musculaire;*

» 3° *Le travail des muscles tend à épuiser les réserves de glycogène et de*

glycose où ce potentiel est accumulé. Mais ces réserves, malgré l'abstinence, tendent à se reconstituer à mesure de leur consommation. Le quotient des échanges respiratoires montre que cette reconstitution a lieu surtout par transformation des graisses, dont l'utilisation, comme potentiel énergétique consacré à la contraction musculaire, se trouve être, de cette façon, tout à fait indirecte. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La destination immédiate des aliments gras, d'après la détermination, par les échanges respiratoires, de la nature du potentiel directement utilisé dans le travail musculaire chez l'homme en digestion d'une ration de graisse;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de MM. **Tissot** et **de Varigny**.

« Il a été démontré ([1]) *qu'il n'est pas dans la destination immédiate des éléments azotés de jouer le rôle de potentiel énergétique directement consommé par et pour le travail.* La même démonstration va être faite en ce qui concerne les graisses alimentaires. Pas plus que les principes protéiques, *les principes gras introduits dans l'organisme par le tube digestif et en voie d'assimilation ne participent, en quoi que ce soit, d'une manière directe, à l'exécution du travail musculaire.*

» Cette proposition est, en quelque sorte, le corollaire obligé des conclusions qui viennent d'être présentées sur la détermination du potentiel où les muscles puisent l'énergie nécessaire à l'exercice de leur activité. Si, pendant l'abstinence, la graisse de l'économie animale ne concourt pas immédiatement à la dépense énergétique qu'entraîne le travail musculaire; si cette graisse incorporée n'intervient alors que par une combustion rudimentaire qui la transforme en hydrate de carbone. Si, enfin, c'est sous cette dernière forme seulement que la matière ternaire peut être utilisée comme potentiel énergétique par les muscles en état d'activité, la même destinée, le même sort doivent être attribués à cette matière ternaire quand elle est représentée par de la graisse alimentaire, qui a pénétré dans les vaisseaux et qui est ainsi seulement en voie d'incorporation à l'organisme.

» Mais, toute légitime que soit cette attribution, on n'est pas autorisé à en affirmer l'exactitude avant de l'avoir vérifiée expérimentale-

---

([1]) *Le travail musculaire emprunte-t-il directement de l'énergie aux albuminoïdes des aliments?* Note de MM. A. Chauveau et C. Contejean (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 504; 1896).

ment. On peut, en effet, taxer de pétition de principe l'identification du mode d'utilisation des graisses encore en voie d'incorporation et des graisses qui sont déjà incorporées. Il est certainement permis de se demander si le travail musculaire qui, dans le cas d'abstinence, s'exécute avec l'énergie libérée par la combustion des hydrates de carbone, ne puiserait pas cette énergie, chez les sujets alimentés à la graisse, dans la combustion directe et complète de cette substance elle-même, après son passage du tube digestif dans le torrent circulatoire.

» C'est un point très facile à vérifier. Il suffit, en effet, de comparer les quotients respiratoires sur le même sujet, exécutant le même travail, tantôt à jeun, tantôt en digestion d'une ration de graisse. Si les deux conditions en présence n'entraînent pas la consommation du même potentiel par les muscles, le quotient respiratoire s'élèvera très notablement dans le premier cas et, dans l'autre, restera stationnaire, si même il ne s'abaisse pas un peu. Que le quotient respiratoire, au contraire, s'élève fortement dans les deux cas, il en faudra conclure que les muscles subviennent toujours à leur dépense énergétique avec le seul potentiel-hydrate de carbone.

» Cette vérification expérimentale est fort simple; de plus, les résultats en sont d'une remarquable netteté qui entraîne une signification absolument décisive. On en jugera par l'exemple suivant :

» *Expérience.* — Pour mieux réaliser l'identité des conditions du sujet, pendant les deux phases à étudier, on décide de les raccourcir et de les rapprocher le plus possible, en exécutant l'expérience complète, non pas en deux jours, mais dans une courte période de la même journée. On commencera, bien entendu, par la phase d'abstinence, pour terminer par la phase d'alimentation grasse.

» Le travail durera seulement un peu plus d'une demi-heure dans chaque phase. Il sera fait dans l'escalier principal du laboratoire, avec une allure fixée à quarante-quatre montées et descentes. Comme le sujet pèse 90^{kg}, ce sera environ 30 000 kilogrammètres de travail positif et autant de travail négatif qu'il accomplira dans chaque épreuve.

» Quand l'expérience commence, le sujet est à jeun depuis quinze heures.

» Il reste quelque temps en repos complet. Pendant cette période, immédiatement avant le travail, une première prise d'air expiré, d'une durée de trois minutes, est faite avec l'appareil Chauveau-Tissot.

» Puis le travail commence. Quinze minutes après, nouvelle prise d'air de trois minutes, sans aucune suspension de la marche du sujet.

» Enfin, après la trentième minute, une troisième prise d'air expiré est faite exactement dans les mêmes conditions que la seconde. La première phase de l'expérience est alors terminée.

» Pour se préparer à la seconde, le sujet avale en plusieurs fois 105^{gr} de beurre.

C'est une ration plus que suffisante, et de beaucoup, pour pourvoir à la dépense énergétique du travail qui doit être exécuté, travail que le sujet commence seulement deux heures après la dernière ingestion et deux heures et demie après la première.

» De cette manière, la graisse ingérée a eu le temps d'être digérée et versée, au moment opportun, dans le sang. Elle y est ainsi en permanence, à la disposition des muscles pendant toute la durée du travail, pour le cas où ces organes seraient capables d'utiliser directement cette substance comme source de force.

» Les prises d'air expiré sont répétées exactement comme dans la première phase : 1° immédiatement avant le travail, à la fin de la période de repos qui a succédé au travail de la première phase; 2° après 15 minutes de travail; 3° après 30 minutes.

» Toutes les opérations sont exécutées avec la plus grande régularité. Il y a eu surtout parfaite identité entre celles de la première et de la seconde phase de l'expérience. Les résultats en sont donc absolument comparables.

» Le Tableau suivant donne ces résultats :

	Ordre et moment des prises d'air expiré.	Conditions du sujet.	Quotient $\frac{CO^2}{C^2}$.
A. Pendant l'abstinence.	1re. De 10h. 9m à 10h.12m.	Repos, immédiatement avant le travail	0,706
	2e. De 10.27 à 10.30.	Après 15 minutes de travail	0,804
	3e. De 10.42 à 10.45.	Après 30 minutes de travail	0,812
	De 10.45 à 1.00.	Repos, au début duquel a lieu l'ingestion de la ration de beurre	»
B. Pendant la digestion et l'incorporation d'une ration de beurre.	4e. De 12.57 à 1.00.	Repos, immédiatement avant le travail	0,666
	5e. De 1.15 à 1.18.	Après 15 minutes de travail	0,783
	6e. De 1.30 à 1.33.	Après 30 minutes de travail	0,809

» Un premier fait saute immédiatement aux yeux dans ce Tableau : c'est la différence qui existe entre la phase A et la phase B, au point de vue du quotient respiratoire pendant l'état de repos. Durant la phase B (ingestion de beurre), le quotient a baissé d'une manière remarquable. De 0,812, où il était à la fin du travail de la première phase, il tombe, deux heures et demie après, à 0,666. Cet abaissement ne doit pas être mis au compte de l'ingestion de beurre, qui a eu lieu à la suite du premier travail, quoiqu'il soit constant que le quotient respiratoire est toujours bas pendant la digestion des graisses : à peine alors dépasse-t-il d'une faible quantité le quotient respiratoire du jeûne, mais il ne lui est jamais inférieur.

» Dans notre expérience, la valeur de l'abaissement est telle qu'elle ne saurait être expliquée par aucun travail chimique connu, sinon une absorption très active d'oxygène par la graisse, pour sa transformation en hy-

drate de carbone. C'est donc dans la période A qu'il faut chercher la cause de cet abaissement. Malgré la brièveté du travail, il s'est consommé une partie des réserves de glycogène de l'organisme, et ces réserves se sont reconstituées, pendant le long repos consécutif au travail, par le processus habituel, c'est-à-dire l'oxydation rudimentaire des graisses, soit les graisses déjà incorporées, soit celles que la digestion du beurre vient d'introduire dans le sang. Dans le cas présent, l'indice de cette destination des graisses se présente d'une manière tout à fait typique, je veux dire celui que les constatations faites par Regnault et Reiset, pendant le sommeil hibernal de la marmotte, permettent de tirer du quotient respiratoire.

» Mais ce qui, dans notre Tableau, se marque encore mieux que les phénomènes auxquels participent les graisses, ce sont ceux auxquels elles restent étrangères. Leur rôle, absolument négatif dans l'exécution du travail musculaire, se traduit par des traits encore plus typiques que ceux de leur rôle positif. Le quotient respiratoire est à peu près le même, en effet, pendant les deux périodes de travail, et ce quotient identique se trouve être le quotient indicateur d'une combustion d'hydrates de carbone, pourvoyant à la dépense énergétique qu'entraîne la mise en activité des muscles de l'organisme.

» *Ainsi, quand le sang est saturé des principes gras que la digestion y a introduits, il n'est pas plus fait emploi de ces principes, pour le travail musculaire, que de ceux qui sont déjà incorporés dans l'organisme. Les uns et les autres ont bien pour destination dernière de concourir à la dépense énergétique des muscles en travail. Mais ce n'est pas sous leur forme de corps gras qu'ils accomplissent cette destination : ils se transforment préalablement en hydrates de carbone. C'est sous cette dernière forme que les muscles absorbent et consomment le potentiel qui est la source de leur activité.*

» *Quant à la destination immédiate des graisses alimentaires, elle ne peut être autre que l'entretien des provisions de potentiel de l'organisme : soit les réserves d'hydrates de carbone, si celles-ci sont appauvries au moment où l'absorption digestive a rendu utilisables les graisses alimentaires; soit surtout les réserves de tissu adipeux où les principes gras s'emmagasinent en nature.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des gaz.* Lettre de M. **Boltzmann** à M. Bertrand.

Wien, le 21 mai 1896.

« Je viens de lire votre Mémoire dans les *Comptes rendus* du 4 mai 1896. Vous y expliquez que la première démonstration que Maxwell a donnée de son théorème dans les *Scient. papers*, I, p. 380; *Phil. mag.*, 4e ser., vol. XIX, p. 22 (jan.-july 1860) est fausse. Certainement vous avez droit. Je m'étonne seulement que vous croyez dire quelque chose de nouveau. Maxwell même a déjà reconnu que sa première démonstration n'était pas exacte. Il dit (*Scient. papers*, II, p. 43; *Phil. mag.* 4e ser., vol. 35, jan.-june 1868, p. 145) ces mots :

» The assumption, thas the probability of a molecule having a velocity resolved parallel to x lying between given limits is not in any way affected by the knowledge that the molecule has a certain velocity parallel to y, *may appear precarious.*

» Moi-même j'ai exposé la même chose avec plus de détail dans le *Phil. mag.*, jan.-juin 1887, 5e ser., vol. XXIII, p. 331 (1).

» Mais vous avouerez que, si une démonstration d'un théorème est fausse, il ne suit pas que le théorème même est faux. Maxwell même a donné une autre démonstration de son théorème (*Scient. papers*, II, p. 43; *Phil. mag.*, mars 1868, 4e ser., vol. XXXV, p. 185). Moi j'en ai donné quelques démonstrations (*Sitzber. d. Wien Acad.*, II, Tome 58, p. 517; II, Tome 66, p. 275) dans mon livre : *Vorlesungen über Gastheorie*, Leipzig, bei Ambrosius Barth, 1895, § 3-5. D'autres démonstrations du théorème de Maxwell ont été données par Lorentz (*Sitzber. d. Wien. Acad.*, 1887, II, Tome 95, p. 117); Kirchhoff, *Vorlesungen über Wärmetheorie*, p. 142; etc. etc.

» Vous n'avez pas examiné toutes ces autres démonstrations et vous n'avez pas donné une démonstration directe que le théorème de Maxwell soit faux. Si seulement une de toutes ces démonstrations est bien fondée, le théorème doit être exact. »

(1) Vous trouverez la même chose : *Sitzbericht. d. Wien. Acad.*, II, Tome 66, p. 278; Kirchoff, *Vorles. über Wärmetheorie;* Teubner, 1894, p. 140; Voigt, *Compend. der theoret. Physik*, II, p. 801.

M. **Bertrand** a fait à cette lettre la réponse suivante :

« En écrivant : *Il y aurait indulgence à reprocher à la formule son peu de rigueur*, j'ignorais que cette critique s'adressait à Maxwell lui-même; il serait préférable que l'illustre physicien eût bien voulu déclarer, comme j'ai osé le faire, et comme il l'a reconnu je n'en doute pas, complètement absurde cette démonstration souvent reproduite avec confiance.

» On m'a appris, dès que ma Note a été présentée, qu'une seconde démonstration, très différente de la première, se rencontrait dans les œuvres de Maxwell publiées par l'Académie de Cambridge.

» Je l'ai trouvée moins acceptable encore que la première. Je ne crois pas qu'on puisse la défendre.

» Vous voulez bien me faire remarquer qu'une démonstration fausse n'entraîne pas la fausseté d'un théorème; vous avez parfaitement raison. J'étends volontiers la remarque aux deux démonstrations de Maxwell; elles ne prouvent pas que son théorème soit faux; ce serait leur trop demander.

» D'autres démonstrations ont été proposées. Aux noms justement célèbres que vous signalez, je puis ajouter celui de Cellérier qui, dans les *Archives des Sciences physiques de Genève*, t. VI, 1881, a publié un Mémoire *Sur la répartition des vitesses moléculaires dans les gaz;* on me l'a signalé depuis la publication de ma Note. Ces démonstrations m'inspirent une grande défiance; elles reposent toutes, je crois, sur la considération des chocs entre les molécules : sur ces chocs on ne sait rien et les plus habiles ne croient rien savoir; elles méritent cependant un examen moins sommaire, mais je crois pouvoir en ce moment laisser à d'autres le soin de le faire; je crois avoir prouvé, après l'avoir déclaré évident *a priori*, que le théorème qu'elles prétendent prouver n'est pas exact. J'ai donné les formules qui résolvent les problèmes proposés par Maxwell. Chacune d'elles contient une fonction arbitraire.

» N'est-ce pas une raison suffisante pour rejeter une formule qui n'en contient pas?

» Je saisirai l'occasion pour signaler deux erreurs d'impression dans la Note insérée à la page 963 des *Comptes rendus :*

» Page 967, formule (3), le facteur $dx\,dy$ a été oublié et, formule (5), le facteur $dx\,dy\,dz$. »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions de vapeur des dissolutions faites dans l'acide formique;* par M. **F.-M. Raoult.**

« Dans une Conférence faite à la Société chimique de Paris, et publiée dans la *Revue scientifique* du 15 septembre 1894, j'ai eu l'occasion de dire que, d'après mes expériences, la diminution moléculaire de tension de vapeur de l'acide formique employé comme dissolvant est 0,713, c'est-à-dire que l'on a

$$\frac{f-f'}{f} \times \frac{M}{P} = 0{,}713,$$

expression dans laquelle

P est le poids de substance fixe dissoute dans 100^{gr} d'acide formique;
M le poids moléculaire de la substance dissoute;
f la tension de vapeur de l'acide formique pur, à une certaine température t;
f' la tension de vapeur de la dissolution, à la même température t.

» Les expériences qui m'ont conduit à ce résultat remontent à 1890. J'ai dû les interrompre, faute d'une quantité suffisante d'acide formique pur; puis je les ai perdues de vue. Sur la demande qui m'en a été faite, je me décide à les publier aujourd'hui, tout en regrettant qu'elles ne soient pas plus nombreuses.

» La méthode, dont j'ai fait usage, est la méthode dynamique (ou d'ébullition), et je l'ai appliquée exactement comme nous l'avons fait, M. Recoura et moi, dans nos études sur les tensions de vapeur des dissolutions faites dans l'acide acétique (*Comptes rendus* du 24 février 1890). L'ébullition étant normale, la tension de vapeur f' de la dissolution est donnée par le baromètre. Quant à la tension f du dissolvant pur, à la même température, elle est donnée par une Table des tensions de ce liquide, ou par une courbe représentative de ces tensions. Voici cette Table, telle qu'elle résulte de mes déterminations.

Tensions de vapeur de l'acide formique à différentes températures.

Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.
°	mm	°	mm
97	674,1	101	762,7
98	695,2	102	786,6
99	717,0	103	811,2
100	739,5	104	836,5

» Comme on peut le remarquer, il résulte de ces nombres que :

» 1° La température d'ébullition de l'acide formique, sous la pression 760mm, est 100°,8 (le thermomètre baignant dans le liquide);

» 2° A la température d'ébullition, sous la pression 760mm, l'accroissement de tension $\frac{df}{dt}$, pour une élévation de température de 1 degré, est égal à 23,5.

Dans l'acide formique, j'ai dissous de l'acide benzoïque et de l'acide salicylique en différentes proportions, et j'ai déterminé les tensions de vapeur dans chaque cas. Les résultats obtenus sont rapportés ci-après.

Dissolutions d'acide benzoïque (M = 122) *dans l'acide formique.*

P.	f.	f'.	$\frac{f-f'}{f} \times \frac{122}{P}$.
gr 2,848	751,2	739,4	0,674
5,567	761,6	739,2	0,644
8,402	771,5	738,9	0,614
11,184	780,8	738,7	0,587

D'où l'on déduit, pour une solution infiniment diluée : **0,704**

Dissolutions d'acide salicylique (M = 138) *dans l'acide formique.*

P.	f.	f'.	$\frac{f-f'}{f} \times \frac{138}{P}$.
gr 3,057	751,9	740,4	0,691
6,114	762,7	740,3	0,663
9,171	772,3	740,3	0,629
12,228	781,7	740,2	0,599
15,285	790,3	740,2	0,572

D'où il résulte, pour une solution infiniment diluée : **0,723**

» On trouve donc ainsi, pour la diminution moléculaire de tension de vapeur de l'acide formique, à la température de l'ébullition :

Avec une solution infiniment diluée d'acide benzoïque..... 0,704
Avec une solution infiniment diluée d'acide salicylique 0,723
Moyenne : **0,713.**

» C'est le nombre que j'avais antérieurement annoncé.

» Introduisant ce résultat dans la relation tonométrique fondamentale (*Revue scientifique, loc. cit.*), on trouve, pour le rapport entre la densité actuelle d' de la vapeur saturée de l'acide formique et sa densité théorique d,

à la température de l'ébullition 100°, 8,

$$\frac{d'}{d} = \frac{0,713 \times 100}{46}$$

(46 étant le poids moléculaire chimique de l'acide formique), d'où

$$\frac{d'}{d} = 1,55.$$

» On sait que Bineau (*Comptes rendus*, t. XIX, p. 767 et t. XXIII, p. 416) a trouvé directement

$$\frac{d'}{d} = 1,34$$

à la température de 115°. Ces nombres ne sont pas en désaccord. »

LOCOMOTION AÉRIENNE. — *Description du vol mécanique*. Note de M. **Langley**.

« Dans une Communication que j'adressai à l'Académie en juillet 1891, je disais que le résultat de recherches expérimentales avait montré qu'il était possible de construire des machines qui imprimeraient une telle vitesse horizontale à des corps affectant la forme de plans inclinés, et plus de mille fois plus lourds que l'air, que ceux-ci pourraient se soutenir dans cet élément.

» J'ai dit ailleurs qu'à cet égard des surfaces autres que les plans pourraient donner de meilleurs résultats, tandis que, d'autre part, le vol en ligne absolument horizontale, qui est si désirable en théorie, n'est pour ainsi dire pas réalisable en pratique.

» Il n'a pas, que je sache, été construit jusqu'à ce jour de pesant aérodrome ou *machine volante*, ainsi nommée, qui puisse se maintenir dans l'air par ses propres forces, pendant plus de quelques secondes, les difficultés que rencontre le vol libre étant pour maintes raisons énormément plus grandes que celles qu'éprouve le vol dirigé par un corps s'appuyant dans son ascension sous une piste horizontale ou un manège et pressant de bas en haut contre leur partie inférieure.

» Personne n'ignore que de nombreux expérimentateurs se sont livrés à la recherche du vol libre mécanique, et bien que la démonstration que

j'ai fournie (¹) de la possibilité théorique d'arriver à voler mécaniquement avec les moyens dont nous disposons actuellement paraisse être concluante, tant de temps s'est passé sans amener de résultat pratique, qu'il était permis de douter que ces conditions théoriques puissent jamais être réalisées.

» J'ai donc cru devoir m'occuper de la construction d'un aérodrome ou machine volante et mettre à profit les conclusions que j'avais annoncées.

» L'Académie trouvera peut-être quelque intérêt à parcourir le récit que je lui présente ici, fait par un témoin oculaire qui lui est bien connu, du travail récent de cette machine. Je suis amené à agir ainsi, non seulement par la prière dont j'ai été honoré par le témoin lui-même, mais aussi par l'idée que mes recherches pourraient se trouver interrompues par les exigences de mes fonctions, de sorte qu'il me paraît préférable d'annoncer ici le degré de succès auquel j'ai pu atteindre, bien que ce succès ne soit pas complet.

» L'expérience a eu lieu sur une baie du Potomac, à quelque distance en aval de Washington. L'aérodrome était en majeure partie en acier; néanmoins, il entrait dans sa construction assez de matériaux plus légers, pour que la densité de l'ensemble fût réduite jusqu'à un peu au-dessus de l'unité, de sorte que le poids total était légèrement moindre que mille fois celui du volume d'air déplacé. Il n'entrait dans la structure de la machine aucun gaz pour l'alléger, et le poids absolu, non compris celui du combustible et de l'eau, était de 11^{kg} environ; l'envergure des surfaces de soutien dépassait tant soit peu 4^{m}. La force motrice était fournie par une machine extrêmement légère, d'une puissance approximative d'un cheval-vapeur. Il n'y avait pas de timonier, et les moyens qui devaient diriger la machine automatiquement en ligne droite horizontale étaient imparfaits.

» Autre remarque importante : les faibles dimensions de la machine ne permettant pas de la pourvoir d'un appareil pour la condensation de la vapeur, elle ne pouvait emporter assez d'eau que pour fournir une course très limitée, inconvénient qui disparaîtrait avec une machine plus grande. Elle n'était soutenue par aucun autre agent que l'action de ses hélices, mues par la vapeur, et la réaction de l'air sur ses surfaces légèrement courbées.

» Il est aussi à remarquer que la vitesse estimée par M. Bell était celle qui provenait d'un mouvement ascensionnel continu et était de beaucoup inférieure à celle qui se serait produite dans le vol en ligne horizontale. »

(¹) *Experiments in Aerodynamics,* Smithsonian Institution; 1891.

LOCOMOTION AÉRIENNE. — *Sur le vol mécanique*. Lettre de M. **Graham Bell** à M. Langley.

Washington, le 6 mai 1896.

« Je n'ignore pas que vous ne recherchez pas la publicité avant d'avoir atteint un succès plus complet dans la direction automatique en ligne horizontale de vos appareils, mais je crois que ce qu'il m'a été donné de voir aujourd'hui marque déjà un si grand progrès sur tout ce qui a été fait jusqu'ici en ce genre, qu'il convient d'en répandre la nouvelle, et je suis heureux de pouvoir donner mon témoignage sur les résultats des deux essais auxquels j'ai assisté aujourd'hui, grâce à votre invitation, espérant que vous voudrez bien consentir à le rendre public.

» Dans le premier, l'appareil, construit pour la majeure partie en acier, et actionné par une machine à vapeur, fut lancé du bord d'un bateau à une hauteur d'environ vingt pieds au-dessus de l'eau. Sous la seule impulsion de sa machine à vapeur, il marcha contre le vent, s'élevant lentement à mesure. Tout en se mouvant latéralement et en s'élevant sans cesse, il décrivit, d'un mouvement remarquablement égal et doux, des courbes d'environ 100^m de diamètre jusqu'à ce que, s'étant retourné dans sa course vers son point de départ et à une hauteur que j'estimai être d'environ 25^m, les révolutions des hélices eussent cessé (faute de vapeur, d'après ce que j'ai cru comprendre) et l'appareil descendit doucement et sans secousse vers l'eau, qu'il atteignit une minute et trente secondes après son départ du bateau. Il ne se produisit aucun choc, et il y eut si peu de dommage, que tout fut aussitôt prêt pour un second essai.

» Dans ce second essai, qui succéda immédiatement au premier, le même appareil fut de nouveau lancé, et refit presque le même trajet dans des conditions semblables et avec très peu de différence dans le résultat. Il s'éleva également et sans secousse, décrivant de grandes courbes en s'approchant d'un promontoire voisin et boisé qu'il franchit néanmoins, passant sans encombre les arbres les plus élevés, à une hauteur de 8^m ou 10^m au-dessus de leurs cîmes, et descendit lentement, de l'autre côté du promontoire dans la baie, à 276^m de distance du point de départ. Vous avez déjà une photographie instantanée du vol que j'ai prise un moment après que l'appareil fut lancé.

» D'après l'étendue des courbes décrites, que j'estimai avec d'autres

personnes présentes, d'après certaines mesures que je pris personnellement, et d'après les indications données sur le nombre de révolutions des hélices par le compteur automatique que j'examinai, j'estime que la longueur absolue de chaque course fut de plus de un demi-mille anglais ou, plus exactement, un peu supérieure à 900^m.

» La durée du vol, dans le second essai, fut d'une minute et trente-une secondes et la vitesse moyenne entre vingt et vingt-cinq milles à l'heure (soit dix mètres par seconde) sur un trajet qui fut constamment en pente ascendante.

» Je fus extrêmement frappé du vol aisé et régulier de la machine dans les deux essais, et du fait que lorsque l'appareil, privé de la force motrice de la vapeur au plus haut point de sa course, fut abandonné à lui-même, il descendit chaque fois avec une égalité d'allure qui rendrait tout choc ou tout danger impossibles.

» Il me semble que personne n'aurait pu assister à cet intéressant spectacle sans être convaincu que la possibilité de voler dans l'air à l'aide de moyens mécaniques venait d'être démontrée. »

MÉMOIRES PRÉSENTES.

M. **Nicolas de Bykov** adresse une Note relative à « Un moyen de guérison du choléra ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

Le **Conseil général des Facultés de Montpellier** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration des bustes de quatre anciens professeurs de Chimie des Facultés de Montpellier qui ont compté parmi les savants les plus distingués de leur époque : *Balard*, *Bérard*, *Chancel*, *Gerhardt*.

M. **H. Filhol**, M. **Giard** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par suite du décès de M. *Sappey*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de* 1896. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Le nombre des observations faites dans ce trimestre est de 41 (il était de 47 le trimestre précédent). Le mauvais temps du commencement de l'année a causé plusieurs lacunes dont la plus longue s'étend du 25 janvier au 3 février inclusivement, soit 10 jours pendant lesquels nous n'avons aucune observation.

» Les résultats obtenus font l'objet des Tableaux suivants, pour l'explication desquels nous renvoyons à la page 590 du présent Volume des *Comptes rendus*, et voici les principaux faits qui en ressortent :

» *Taches.* — Le nombre et la surface totale des groupes de taches sont en diminution sur le trimestre précédent; on a, en effet, 71 groupes et une étendue de 4372 millionièmes au lieu de 98 groupes et 5988 millionièmes. Cette diminution se répartit inégalement entre les deux hémisphères; ainsi l'on a 17 groupes en moins au nord et 10 en moins au sud; c'est dans la zone qui s'étend à 10° de part et d'autre de l'équateur qu'elle est la plus forte, mais elle se manifeste encore dans les latitudes supérieures à 30° au sud et 20° au nord. On constate également que les taches continuent à être plus nombreuses dans l'hémisphère austral que dans l'autre hémisphère.

» Les deux groupes suivants du Tableau I ont atteint des dimensions qui leur ont permis d'être à la limite de *visibilité à l'œil nu :* février (λ 23,6 $\beta + 16°$) et (λ 25,6 B — 13°); pour la raison donnée au commencement de cette Note, il ne nous a pas été possible de vérifier s'il y en a eu d'autres (un en janvier, notamment), mais il n'en est pas moins évident que les grandes taches deviennent rares.

» Remarquons enfin qu'en aucun des jours d'observations le Soleil n'a été vu sans taches.

» *Régions d'activite.* — La diminution des groupes de facules se manifeste comme celle des taches, et c'est également dans l'hémisphère boréal qu'elle est la plus forte (7 au sud et 29 au nord); on a au sud 61 groupes au lieu de 68 et au nord 58 groupes au lieu de 87 et, au total, 119 groupes avec une surface de 138,2 millièmes, alors que le trimestre précédent en avait noté 155 groupes et une surface de 178,5 millièmes.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier 1896.					
31-2	2	1,4		+9	13
31-2	2	2,1		+12	125
9	1	3,6	−18		230
31-2	2	4,1	−12		8
9-10	2	5,5	−20		15
9-11	3	5,9		+18	59
9	1	10,1	−13		3
9	1	10,4		+18	8
9	1	10,5		+7	3
9	1	11,6	−22		3
16	1	13,7	−12		16
16	1	16,8		+3	2
12-17	2	17,1	−3		4
16-19	2	18,1	−6		2
16-24	4	22,4	−11		105
17-24	3	23,9	−13		48
4	1	29,9	−14		967
4	1	31,2	−19		63
	9 j.		−13°,6	+11°,0	
Février 1896.					
4	1	2,7	−9		3
8	1	3,4	−19		20
4-8	2	3,6		+13	20
8	1	3,7		+1	7
4-8	2	5,8		+15	80
8	1	7,7	−11		2
11	1	8,4		+15	1
14-15	2	9,2	−9		26
10	1	9,6	−26		2
13-15	3	10,3		+12	31
8-11	3	10,9	−10		37
14	1	12,2	−5		2
13-15	2	13,2		+4	5
13-14	2	13,3	−13		12
8-11	3	14,6		+19	20
10-21	10	15,5		+9	129
21	1	18,9	−13		2
14	1	19,2		+10	3
Février 1896 (suite).					
21-25	3	21,5	−7		31
18-28	7	23,6		+16	376
24-25	2	24,3	−6		2
18-28	7	24,6		+18	140
19-2	7	25,6	−13		464
21-28	4	26,4	−17		15
24-5	6	28,6	−20		98
	15 j.		−12°,7	+12°,0	
Mars 1896.					
28-3	3	1,0		+13	11
3-5	2	2,6	−15		83
28-10	5	4,4	−19		310
2-12	6	7,0	−11		140
2-10	4	8,2		+13	23
11	1	8,9		+2	4
14	1	9,7	−19		69
10-14	4	9,9	−11		13
11	1	12,0	−16		2
12-14	2	12,7		+5	4
16	1	13,0		+16	2
18-20	2	14,8	−7		21
16-21	5	16,8		+20	22
16-21	5	21,6		+13	27
20	1	21,6		+7	17
21	1	21,7		+18	4
20-21	2	21,8	−8		1
18-26	7	22,0	−17		28
24-26	2	23,4	−12		8
21-24	3	24,1	−15		11
20-21	2	24,3	−19		7
21-26	5	25,1	−12		51
20-25	5	26,4	−19		15
24-26	2	26,9	−22		4
23-26	4	29,4	−16		31
30-2	2	31,0	−15		3
25-4	6	31,4		+16	205
2-4	3	31,7		+8	49
	17 j.		−14°,9	+11°,9	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud. 90°. 40°.	Sud. 40°. 30°.	Sud. 30°. 20°.	Sud. 20°. 10°.	Sud. 10°. 0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°. 10°.	Nord. 10°. 20°.	Nord. 20°. 30°.	Nord. 30°. 40°.	Nord. 40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Janvier....	»	»	1	9	2	12	6	3	3	»	»	»	18	1674
Février....	»	»	1	7	6	14	11	4	7	»	»	»	25	1528
Mars......	»	»	1	14	2	17	11	4	7	»	»	»	28	1170
Totaux..	»	»	3	30	10	43	28	11	17	»	»	»	71	4372

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Janvier.....	»	»	2	11	4	17	15	3	8	3	»	1	32	33,0
Février.....	»	»	3	9	6	18	22	8	7	4	2	1	40	51,8
Mars........	»	1	7	15	3	26	21	4	11	3	3	»	47	53,4
Totaux...	»	1	12	35	13	61	58	15	26	10	5	2	119	138,2

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles ordinaires du premier ordre.* Note de M. **A. Korkine**, présentée par M. Hermite.

« Considérons une équation différentielle

$$(1) \qquad M(y)\,dx + N(y)\,dy = 0,$$

dans laquelle $M(y)$ et $N(y)$ sont deux fonctions entières de y, dont les coefficients sont des fonctions quelconques de x. On suppose que $M(y)$ et $N(y)$ n'aient pas de facteurs communs qui soient des fonctions entières de y, que le degré de $M(y)$ ne surpasse pas celui de $N(y)$ et que l'équation $N(y) = 0$, en y regardant y comme inconnue, n'ait pas de racines multiples.

» Proposons-nous de trouver toutes les équations (1) dont l'intégrale générale se présente sous la forme

$$(2) \qquad (y - \varphi_1)^{m_1}(y - \varphi_2)^{m_2}\ldots(y - \varphi_n)^{m_n} = C,$$

où $m_1, m_2, \ldots, m_n$ sont des constantes données dont aucune n'est égale à zéro; $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$ des fonctions de x différentes entre elles; n un entier donné et C une constante arbitraire.

» On demande aussi qu'on trouve toutes les valeurs de $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$ en fonction de x.

» Les polynomes $M(y)$ et $N(y)$ peuvent être représentés ainsi

$$M(y) = p_0 y^\rho + p_1 y^{\rho-1} + \ldots + p_\rho,$$
$$N(y) = (y - \alpha_1)(y - \alpha_2)\ldots(y - \alpha_\rho).$$

» Prenons arbitrairement $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho$ et p_0 comme fonctions de x, pourvu que parmi les quantités $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho$ il n'y en ait point d'égales

entre elles, et considérons la fonction entière de y,

$$f(y) = (y - v_1)(y - v_2)\ldots(y - v_n) \cdot \sum \frac{m_i}{y - v_i},$$

l'indice i ayant les valeurs 1, 2, 3, ..., n. On posera d'abord les ρ équations

$$(3) \qquad f(\alpha_1) = 0, \quad f(\alpha_2) = 0, \quad \ldots, \quad f(\alpha_\rho) = 0.$$

» Soit, pour abréger, $f(y) : N(y) = \varphi(y)$ et désignons par $\varphi'(y)$, $\varphi''(y)$, ... les dérivées partielles de $\varphi(y)$ prises par rapport à y. Soient aussi $w_1, w_2, \ldots, w_{n-\rho-1}$ les racines de l'équation $\varphi(y) = 0$, lorsqu'on y regarde y comme inconnu. Ce sont autant de fonctions implicites de v_1, $v_2, \ldots, v_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho$. Désignons encore par $C_1, C_2, \ldots, C', C'', \ldots$ des constantes arbitraires. Cela posé, on aura $n - \rho$ équations

$$(4) \quad (w_k - v_1)^{m_1}(w_k - v_2)^{m_2}\ldots(w_k - v_n)^{m_n} = 0 \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots, n - \rho - 1),$$

$$(5) \qquad \Sigma m_i v_i = -\Sigma m_i \cdot \int p_0\, dx + C' \ldots.$$

» Dans le cas général, où Σm_i diffère de zéro, les n équations (3), (4) et (5) déterminent $v_1, v_2, \ldots, v_n$ comme fonctions de x, $C_1, C_2, \ldots$, $C_{n-\rho-1}$, C'.

» Les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_\rho$ de $M(y)$ seront déterminés par ces ρ équations

$$\alpha'_k \sum \frac{m_i}{(\alpha_k - v_i)^2} + p_0 \sum \frac{m_i v_i^\rho}{N(v_i)(\alpha_k - v_i)^2} + p_1 \sum \frac{m_i v_i^{\rho-1}}{N(v_i)(\alpha_k - v_i)^2} + \ldots + p_\rho \sum \frac{m_i}{N(v_i)(\alpha_k - v_i)^2} = 0$$

$$(k = 1, 2, 3, \ldots, \rho).$$

» Lorsqu'on a $\Sigma m_i = 0$, le degré de $f(y)$ est inférieur à $n - 1$. Supposons, en général, qu'il soit $p < n - 1$. Alors celui de $\varphi(y)$ sera $p - \rho$ et, dans le groupe (4), il n'y aura que $p - \rho$ équations. En revanche, on aura d'abord $n - p - 1$ équations

$$\Sigma m_i v_i = 0, \qquad \Sigma m_i v_i^2 = 0, \qquad \ldots, \qquad \Sigma m_i v_i^{n-p-1} = C^{(n-p-1)},$$

et, au lieu de l'équation (5), cette autre

$$\Sigma m_i v_i^{n-p} = -(n-p)\, C^{(n-p-1)} \cdot \int p_0\, dx + C^{(n-p)}.$$

» Pour chaque valeur de p plus grande que $\rho+1$, il faut encore avoir égard aux cas où l'équation $\varphi(y)=0$ a des racines multiples. A cet effet, on représentera $p-\rho$ de toutes les manières possibles sous la forme d'une somme de nombres entiers positifs. Pour chaque représentation, le groupe (4) aura ses équations particulières. Prenons une de ces représentations et soit r un des termes d'une somme correspondante. On supposera l'existence d'une racine, par exemple w_1, de l'ordre r de multiplicité. Alors, dans le groupe (4), on aura pour w_1 une seule équation, mais on y mettra encore les $r-1$ suivantes :

$$\varphi'(w_1)=0, \qquad \varphi''(w_1)=0, \qquad \ldots, \qquad \varphi^{(r-1)}(w_1)=0,$$

et ce groupe contiendra toujours $p-\rho$ équations. En donnant à p les valeurs ρ, $\rho+1$, $\rho+2$, ..., $n-1$, et en ayant égard aux racines multiples pour chaque valeur de $p>\rho+1$, on aura toutes les équations (1), qui ont une intégrale générale (2).

» La démonstration de ces résultats sera donnée dans un Mémoire, qui paraîtra prochainement. »

MÉCANIQUE. — *Sur les forces de l'espace et les conditions d'équilibre d'une classe de systèmes déformables.* Note de M. **B. Mayor**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Les remarques évidentes qui suivent conduisent immédiatement à une notion qui comprend, comme cas particulier, celle de polygone funiculaire d'un système de forces plan. Quoiqu'elle paraisse moins susceptible d'applications pratiques que la pyramide funiculaire de M. Maurice Lévy, cette notion est cependant à signaler, car les propriétés mécaniques et géométriques dont elle jouit correspondent exactement à celles que possèdent les polygones funiculaires.

» I. Un système de forces, agissant sur un solide rigide, est complètement défini par le complexe linéaire formé par ses droites de moment nul et par l'intensité de sa résultante générale. Ce complexe, qui peut jouer le même rôle que la ligne d'action d'une force appartenant à un système plan, sera dit, pour cette raison, le complexe d'action du système considéré.

» II. Un système de forces, défini par son complexe d'action C et sa résultante générale R, peut toujours être décomposé, et cela d'une seule manière, en deux systèmes admettant des complexes d'action C_1 et C_2,

astreints à la seule condition de passer par une congruence linéaire contenue dans C. Pour effectuer cette décomposition, il suffit de construire un triangle dont un côté soit égal et parallèle à R, les deux autres côtés étant respectivement parallèles aux axes des complexes C_1 et C_2. Ces deux derniers côtés, parcourus en sens inverse de R, représentent les résultantes des systèmes composants qui, d'après cela, sont déterminés. Le triangle dont il est ici question peut d'ailleurs être construit, puisque les axes des trois complexes C, C_1 et C_2 sont parallèles à un même plan.

» III. Par une congruence linéaire on peut faire passer un complexe et un seul dont l'axe ait la direction d'une droite quelconque tracée dans un plan parallèle aux deux axes de la congruence.

» Ces remarques faites, considérons simultanément différents systèmes de forces; soient $C_1, C_2, \ldots, C_n$ leurs complexes d'action et $R_1, R_2, \ldots, R_n$ leurs résultantes générales. Portons ces résultantes bout à bout, dans l'ordre assigné par leurs indices et dans un même sens de circulation, de manière à former un contour polygonal analogue au polygone des forces d'un système unique. Supposons enfin qu'on ait joint, par des droites ou rayons polaires, les extrémités et les sommets de ce contour à un même point O quelconque de l'espace.

» Ceci posé, soit $C_{0,1}$ un complexe linéaire dont l'axe soit parallèle au premier rayon polaire. Par la congruence commune à $C_{0,1}$ et C_1, faisons ensuite passer le complexe $C_{1,2}$ dont l'axe est parallèle au deuxième rayon polaire; il résulte de la remarque III qu'un tel complexe existe et qu'il n'en existe qu'un. De même, par la congruence à $C_{1,2}$ et C_2 faisons passer le complexe $C_{2,3}$ dont l'axe est parallèle au troisième rayon polaire et poursuivons cette opération jusqu'à ce qu'on ait déterminé un dernier complexe $C_{n,n+1}$ ayant un axe parallèle au dernier rayon polaire.

» Les complexes $C_{0,1}, C_{1,2}, \ldots, C_{n,n+1}$ ainsi déterminés constituent ce que nous appellerons une *chaîne funiculaire* relative aux systèmes de forces considérées; de plus, le point O sera dit le *pôle* de cette chaîne. En s'appuyant sur la remarque II, on démontre immédiatement les trois théorèmes suivants qui correspondent aux trois propriétés fondamentales des polygones funiculaires.

» Des systèmes de forces en nombre quelconque et appliquées à un même solide rigide peuvent toujours se réduire à deux systèmes ayant : 1° pour complexes d'action, les complexes extrêmes d'une quelconque de leurs chaînes funiculaires; 2° pour résultantes générales les deux rayons polaires extrêmes.

» Pour que des systèmes de forces appliqués à un même solide rigide se fassent équilibre, il faut et il suffit : 1° que le polygone de leurs résultantes soit fermé; 2° qu'une de leurs chaînes funiculaires se ferme également et alors toutes leurs chaînes se fermeront. (Une chaîne est dite *fermée* lorsque ses complexes extrêmes coïncident.)

» Les complexes correspondants de deux chaînes relatives aux mêmes systèmes de forces se coupent suivant des congruences qui sont toutes contenues dans un même complexe linéaire dont l'axe est parallèle à la droite qui joint les pôles de ces chaînes.

» Il est facile, d'autre part, de s'assurer que les polygones funiculaires sont des cas particuliers des chaînes funiculaires. Supposons, en effet, que les systèmes de forces considérés se réduisent chacun à une résultante unique, toutes ces résultantes étant, en outre, contenues dans un même plan. Les complexes d'action de ces systèmes sont alors singuliers et leurs axes coïncident avec les lignes d'action des résultantes. De plus, il résulte des propriétés des systèmes linéaires de complexes que toute chaîne dont le pôle est situé dans le plan du polygone des résultantes est formée de complexes singuliers, lorsque le premier complexe est lui-même singulier et que son axe est contenu dans le plan des résultantes. Dans ce cas, les axes de ces complexes dessinent un polygone funiculaire. Pour terminer, indiquons une application des résultats qui précèdent à la solution d'un problème qui comprend un grand nombre de cas particuliers.

» Considérons préalablement un solide assujetti à des liaisons quelconques et sollicité par un système de forces dont nous désignerons par C le complexe d'action. Tout déplacement infiniment petit de ce solide, à partir d'une position donnée, peut être caractérisé, comme on sait, par le complexe linéaire formé par les droites qui sont normales aux trajectoires de leurs points. Si, d'ailleurs, le degré de liberté du solide est exprimé par le nombre p, on démontre facilement que les complexes attachés à tous les déplacements possibles constituent un système linéaire, que nous désignerons par Γ', et dont le nombre de termes est précisément égal à p. On démontre alors immédiatement, à l'aide du principe des vitesses virtuelles, que, pour que le solide considéré soit en équilibre, il faut et il suffit que C soit en involution avec tous les complexes de Γ', en d'autres termes que C fasse partie du système linéaire Γ, complémentaire de Γ'.

» Cela posé, soient S_1, S_2, ..., S_n des solides sollicités chacun par un système de forces; admettons que S_1 soit relié avec S_2, S_2 avec S_1 et S_3 et ainsi de suite, jusqu'à S_n, que nous supposons lié à S_{n-1}, les liaisons de ces

solides les uns avec les autres étant d'ailleurs absolument quelconques. Désignons, d'une manière générale, par C_i le complexe d'action du système de forces appliqué sur S_i et par $\Gamma_{i,i+1}$ le système linéaire de complexes analogue à Γ et qui correspond aux déplacements que peut prendre S_i lorsqu'on maintient fixe S_{i+1}. A l'aide de ce qui précède, on voit tout de suite alors que pour que cet ensemble de solides soit en équilibre, il faut et il suffit que l'on puisse décrire une chaîne funiculaire C_{01}, C_{02}, ..., $C_{i,i+1}$, ..., $C_{n,n+1}$, relative aux systèmes de forces donnés et telle : 1° que tout complexe $C_{i,i+1}$ de cette chaîne appartienne au système linéaire correspondant $\Gamma_{i,i+1}$; 2° que les complexes extrêmes C_{01} et $C_{n,n+1}$ coïncident respectivement avec les complexes C_1 et C_n. »

MÉCANIQUE. — *Sur un mode nouveau de régulation des moteurs.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Léauté.

« Les régulateurs à force centrifuge sont paresseux au démarrage et enclins à des oscillations nuisibles : ces défauts, bien connus, s'opposent à la réalisation pratique de l'isochronisme. Je vais essayer de montrer que, en faisant appel à un principe tout différent, on pourrait construire des appareils susceptibles d'un fonctionnement plus satisfaisant. Reprenons, à cet effet, une idée déjà ancienne qui consiste à synchroniser les mouvements de la machine considérée avec ceux d'un mécanisme indépendant, tournant avec une vitesse constante ω_1. Soit ω la vitesse angulaire d'un arbre tournant avec une vitesse proportionnelle à la vitesse $n\omega$ du volant. Un procédé, qui a été essayé sans succès, consiste à commander la valve de réglage par une vis sans fin, tournant avec une vitesse proportionnelle à $\omega - \omega_1$. Il est évident, dans ces conditions, que le régulateur ne peut rester au repos que si ω et ω_1 sont égaux. Mais, vienne une perturbation représentée par une diminution constante, c, du moment résistant : la vitesse ω va s'accroître; le déplacement de la valve va produire une réduction de moment moteur, qui peut être approximativement représentée par $K\int(\omega - \omega_1)\,dt$, en appelant K un facteur constant. Si donc A est le moment d'inertie du volant, on aura l'équation

$$A n \frac{d\omega}{dt} = c - K\int(\omega - \omega_1)\,dt,$$

d'où

$$A n \frac{d^2\omega}{dt^2} + K(\omega - \omega_1) = 0. \qquad (1)$$

» L'intégration introduit nécessairement des fonctions périodiques du temps : la tendance au mouvement oscillatoire ne se trouve donc nullement atténuée. Mais on peut modifier le dispositif de telle manière qu'à l'équation (1) s'en trouve substituée une autre dont l'intégrale ne renferme que des exponentielles de la forme $e^{-\alpha t}$, α étant une constante réelle et positive. Considérons, par exemple, deux axes situés dans un même plan vertical et faisant entre eux un petit angle i. Ces axes tournent en sens contraire avec les vitesses ω et ω_1. Le premier, horizontal, porte une vis le long de laquelle se meut un écrou pratiqué au centre d'un disque mince vertical D, qui touche la génératrice supérieure, horizontale, d'un tambour tronconique calé sur le second axe. Le rayon ρ du disque est égal au rayon moyen du tambour et, à l'état normal de régime, le contact a lieu sur le parallèle moyen. Dès lors le disque, entraîné par le tambour, tourne avec la vitesse ω_1 et, si la condition $\omega = \omega_1$ est remplie, la vis et l'écrou, animés de la même vitesse angulaire, ne prennent aucun déplacement relatif. Mais si ω vient à varier d'une manière continue, le disque se meut horizontalement et, au bout du temps t, son point de contact avec le tambour se trouve déplacé d'une longueur x. En appelant h le pas de la vis, filetée dans le sens convenable, on trouve sans peine l'équation

$$(2) \qquad \frac{dx}{dt} = h\left(\omega - \omega_1 - \frac{x \sin i}{\rho}\omega_1\right).$$

» D'autre part, on peut faire en sorte que le déplacement x du disque produise à chaque instant une réduction du moment moteur sensiblement égale à λx, λ désignant une constante. Conservant aux lettres A, c leur signification précédente, on a

$$(3) \qquad \mathrm{A}n\frac{d\omega}{dt} = c - \lambda x.$$

» La combinaison des équations (2) et (3) donne

$$\frac{d^2\omega}{dt^2} + \frac{\omega_1 h \sin i}{\rho}\frac{d\omega}{dt} + \frac{\lambda h}{\mathrm{A}n}(\omega - \omega_1) - \frac{\omega_1 h \sin i}{\rho}\frac{c}{\mathrm{A}n} = 0.$$

» Imposons-nous la condition

$$\omega_1^2 n h \sin^2 i > 4\rho^2\lambda.$$

» Les racines de l'équation du second degré

$$z^2 + \frac{\omega_1 h \sin i}{\rho} z + \frac{\lambda h}{\mathrm{A}n} = 0$$

sont alors réelles et négatives. En les désignant par $-\alpha$ et $-\beta\,(\alpha > \beta)$ et tenant compte de ce que, à l'état initial, $\omega = \omega_1$ et $\frac{d\omega}{dt} = \frac{c}{\Lambda n} = \frac{c\alpha\beta}{\lambda h}$, on trouve

$$\omega = \omega_1 + \frac{c}{\lambda h(\alpha - \beta)}\left[\alpha^2(1 - e^{-\beta t}) - \beta^2(1 - e^{-\alpha t})\right].$$

» D'après cela, ω tend asymptotiquement, sans trace d'oscillations, vers la valeur limite

$$\omega = \omega_1 + c\frac{\alpha + \beta}{\lambda h} = \omega_1\left(1 + \frac{c \sin i}{\lambda \rho}\right),$$

valeur qui sera pratiquement atteinte au bout d'un temps très court, pour peu que α et β soient de grandeur sensible et sensiblement différents entre eux.

» Je me suis assuré qu'il est possible de réaliser les conditions supposées dans ce qui précède. Voici, par exemple, une application numérique. Soit une machine de 30 chevaux dont le volant fait moyennement 60 tours par minute et possède un moment d'inertie égal à 500 (kilogrammètres-secondes). Si l'on veut que la vitesse ne s'écarte jamais de plus de 1 pour 100 de sa valeur normale, il suffit de prendre $n = 0,1$; $\rho = 25^{cm}$; $\sin i = 0,125$, et de s'arranger pour qu'une course totale du disque égale à 4^{cm} fasse passer la valve de l'ouverture en grand à la fermeture complète.

» Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur les détails d'exécution. Bornons-nous à dire que l'entraînement du disque par le tambour résulterait, soit du simple frottement, rendu suffisant au moyen d'un ressort poussant le tambour dans le sens de son axe, soit de l'action de cannelures convenables tracées sur les surfaces en contact : comme il s'agit en somme de transmettre des efforts assez faibles, il n'y aurait aucune difficulté à craindre de ce côté. Le tambour devrait être conduit par un petit moteur entièrement indépendant et pouvant d'ailleurs être utilisé pour un travail constant, tel que la manœuvre d'une pompe de condenseur, le refoulement d'eau dans un réservoir à niveau fixe, etc. Une autre solution, assez pratique, semble-t-il, consisterait à se servir d'une sorte d'horloge massive, dont le pendule s'articulerait à son extrémité inférieure avec une longue bielle horizontale actionnant, dans le plan d'oscillation, une manivelle égale à la moitié de l'excursion horizontale du pendule. Comme la rotation uniforme d'un point sur une circonférence donne, en projection, un mouvement pendulaire, il est clair qu'une manivelle ainsi conduite tournerait

avec une vitesse constante. Le poids moteur devrait naturellement être très lourd, et il est aisé d'imaginer des dispositions propres à en assurer le remontage automatique par le moteur principal. En changeant la longueur du pendule on ferait varier à volonté, dans certaines limites, la vitesse de régime. »

Remarques au sujet de la Note précédente; par M. **H. Léauté**.

« L'appareil ingénieux imaginé par M. Lecornu aura-t-il, en fait, tous les avantages que la théorie précédente semble indiquer?

» Deux remarques peuvent être faites à ce sujet :

» D'une part, la liaison par entraînement est loin d'être certaine; elle donne presque toujours lieu à des glissements qui constituent souvent un avantage pour la conservation des pièces, mais qui, dans l'espèce, ne devront pas exister; il y a là une difficulté d'ordre pratique, qui n'est pas négligeable.

» D'autre part, les variations périodiques de la vitesse, que l'auteur a volontairement laissées dans l'ombre, n'auront certainement aucun effet sensible tant qu'on ne demandera pas à l'appareil un grand isochronisme, mais lorsqu'on voudra restreindre les variations de la vitesse de régime dans des limites trop étroites, les effets de ces variations pourront apparaître.

» Il sera donc prudent, lorsqu'on essayera le système de M. Lecornu, qui, à tous les points de vue, mérite d'être essayé, de ne pas exiger de prime abord une trop grande perfection; on devra se contenter au début de lui demander une régularisation ordinaire et voir ensuite ce qu'il peut réellement donner.

» Il ne faut pas oublier, en effet, que les oscillations indéfinies des régulateurs ordinaires tiennent à des causes plus profondes que l'emploi de la force centrifuge, et que l'on verra apparaître ces oscillations ou quelque phénomène équivalent, si perfectionné que soit l'appareil de régulation employé, chaque fois qu'on demandera à cet appareil trop de précision. »

PHYSIQUE. — *De la torsion magnétique des fils de fer doux.* Note de M. G. **Moreau**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats d'une étude sur la Torsion magnétique (T. m.) des fils de fer doux. Le phénomène, découvert par Wiedemann, a été étudié par Smith ([1]) qui a montré qu'un fil de fer tordu initialement se tordait davantage sous l'action magnétisante d'un solénoïde. La T. m. est toujours de même sens que la torsion initiale du fil. Elle croît avec elle jusqu'à un maximum, pour décroître ensuite. Pour une torsion donnée, la T. m. croît aussi avec le champ magnétisant et décroît ensuite.

» Mes premières expériences ont pour objet la comparaison de la T. m. aux différents points d'un fil de fer tordu. Ce fil long ($1^{m},30$) et mince (diamètre compris entre $0^{mm},5$ et $1^{mm},8$) est placé dans l'axe d'une bobine de 30^{cm} de long, dont le champ au centre égale 70 unités C.G.S. pour 1 ampère. Il est fixé à une extrémité A et tendu à l'autre B par un poids. En B, il est saisi par une pince centrée sur un cercle à alidade qui doit servir à tordre le fil. La T. m. en un point est mesurée par un petit miroir concave qui y est fixé et qu'on observe par la méthode de Poggendorff.

» Voici les lois expérimentales obtenues, lorsque la bobine occupe une position quelconque entre les deux extrémités du fil.

» I. Pour un fil de longueur L et pour un courant magnétisant constant, la T. m. en un point est nulle, si le fil n'est pas tordu initialement. Si le fil a été tordu initialement, la T. m. change de sens et croît proportionnellement avec la T. initiale permanente, si celle-ci est inférieure à 360°. Au delà, la T. m. croît plus lentement et tend vers une valeur limite qu'elle conserve pour des T. initiales très grandes. Je n'ai pas observé le maximum indiqué par Smith.

» II. Avec des fils de fer de petit diamètre, la T. m. est indépendante du diamètre, tant que la T. initiale est inférieure à 360°. Au delà, la limite de la T. m. obtenue pour des T. initiales très grandes diminue quand le diamètre du fil croît.

» III. Pour une T. initiale donnée, la T. m. croît proportionnellement au carré de l'intensité du courant magnétisant.

([1]) *Philos. mag.*, 32; 1891.

» Cette loi n'est vérifiée que pour des courants faibles inférieurs à $0^{amp},3$. Pour un courant de 10 ampères, on arrive à une limite.

» Les lois suivantes se rapportent à la variation de la T. m. le long d'un fil tordu.

» IV. Pour un fil tordu et placé suivant l'axe d'une bobine également distante des extrémités, les T. m. en deux points symétriques du centre de la bobine sont rigoureusement égales et de signe contraire. Du côté de l'extrémité A du fil, la T. initiale est *augmentée*, de l'autre côté elle est *diminuée*. Le sens du phénomène ne change pas avec le sens du courant.

» V. Sur une des moitiés du fil, la torsion ou détorsion magnétique, nulle à l'extrémité du fil, augmente lorsqu'on se rapproche des bords de la bobine et passe par un maximum au voisinage de ces bords. Elle devient nulle dans la région où le champ est uniforme.

» VI. Lorsque la bobine n'occupe plus le milieu du fil, la symétrie précédente disparaît. Si la bobine a été déplacée de h centimètres du côté de l'extrémité A, on obtient la nouvelle courbe de T. m. en déplaçant la courbe correspondante à la position médiane, dans sa propre direction, d'une quantité telle que la translation de chaque élément, comptée parallèlement au fil, égale h. La règle est la même si la bobine a été déplacée du côté de B.

» Il y aura toujours torsion du côté de A et détorsion du côté de B. Les maxima de torsion et de détorsion seront toujours à une distance constante des bords de la bobine.

» La somme algébrique des deux maxima restera la même, quelle que soit la position de la bobine le long du fil, tant que le déplacement h sera plus petit que $\frac{L}{2} - a$ (a distance d'un maximum au bord voisin). Si $h = \frac{L}{2} - a$, il n'y a plus qu'un maximum égal à la somme des deux autres et la T. m. a le même signe pour tous les points du fil.

» L'explication la plus simple de ces phénomènes est, je crois, la suivante. Par suite de l'aimantation du fil, chacun de ces éléments est soumis, grâce à la variation du champ magnétisant le long de l'axe de la bobine, à une dilatation longitudinale dirigée vers le solénoïde et à une contraction transversale. Les deux effets s'ajoutent pour modifier la torsion primitive de l'élément.

» L'application de la loi de Coulomb conduit facilement à l'expression suivante pour la variation $\Delta\Theta_x$ de la torsion en un point situé à la distance x

de l'extrémité fixe A du fil :

$$\Delta\Theta_x = K(1 + 2\pi K)\frac{4\sigma + 1}{E}\frac{\Theta_L}{L}I\iota^2,$$

où

K = susceptibilité magnétique du fer ; σ et E sont les coefficients d'élasticité ;

ι = intensité du courant magnétisant ; Θ_L torsion initiale du fil de longueur L ;

$I = \int_0^x (F_x^2 - F_A^2)\,dx$, F_x intensité du champ au point x.

» Cette formule donne immédiatement les lois I, II, III.

» L'étude de l'intégrale I donne les résultats IV, V, VI. L'application de la loi de Coulomb ne la donne exacte que pour les faibles torsions initiales Θ_L. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité de M.* G. Friedel. Note de M. **R. Dongier**, présentée par M. Lippmann.

« Je ne connaissais pas la Note de M. G. Friedel, parue sous la rubrique « Minéralogie » (1). J'aurais volontiers cité son nom.

» Le principe de la méthode que M. G. Friedel revendique dans la Note du 11 mai 1896 est implicitement indiqué dans le Mémoire classique de MM. Fizeau et Foucault, publié en 1850 (2) et le dispositif que j'ai employé est une application de cette méthode.

» Je pense que l'intérêt actuel d'une telle application réside surtout dans la précision qu'elle comporte. L'analyseur à pénombre que j'emploie en constitue le perfectionnement. On peut en effet effectuer le réglage des lames cristallines à deux minutes près et déterminer l'azimut de la vibration émergente à $\frac{1}{10}$ de degré près (3), tandis qu'un simple nicol analyseur permet la détermination de l'azimut de la vibration avec une erreur seulement moindre que 1° (4).

(1) G. Friedel, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 272.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXX, p. 148, 152 et 156. *Voir* notamment la Planche située à la fin du Volume.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 306.

(4) G. Friedel, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, t. XVI, p. 27 et 31.

» Une autre particularité de mon dispositif consiste à employer une lumière incidente circulaire, et je l'obtiens par l'emploi du triprisme de Fresnel ([1]). Je produis sur le corps isotrope ou sur le quartz parallèle, avec un compresseur hydraulique ([2]), une action telle que la lumière sorte rectiligne ou elliptique très aplatie. L'analyseur à pénombre permet de déterminer l'axe de l'ellipse qui garde toujours une direction constante. Une fois l'analyseur réglé, on introduit le quart d'onde. Quand les deux plages de l'analyseur présentent le même éclairement, la section principale du quart d'onde est parallèle à l'axe de toute vibration émergeant du corps comprimé. La précision est d'au moins 4 minutes. L'emploi de la lumière circulaire permet ainsi de ne faire tourner que l'analyseur qui est seul muni d'un limbe gradué.

» Dans ces conditions, je ne pense pas que ce soit *faire un pas en arrière* que d'adopter cette variante de la méthode ([3]). »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la déviation des rayons de Röntgen par un prisme.* Note de MM. **Hurion** et **Izarn**, présentée par M. Mascart.

« L'emploi de deux fentes verticales AB et A'B', situées à quelques centimètres l'une en arrière de l'autre et dont la première est éclairée par une source de grand diamètre apparent, fournit une sorte de plan lumineux dont on peut faire passer la moitié supérieure à travers un prisme. On reçoit la lumière sur un écran translucide E muni d'un trait de repère R capable de recevoir un mouvement de translation horizontal et un mouvement de rotation autour de l'axe horizontal joignant le milieu des

([1]) Mascart, *Traité d'Optique,* t. II, p. 160.
([2]) Construit par M. Jobin.
([3]) Depuis ma Note du mois de février, j'ai modifié l'analyseur Laurent, en couvrant l'autre moitié du champ avec une deuxième lame demi-onde, dont l'axe fait un angle d'environ 2°,5 avec celui de la première. La section principale du nicol est bissectrice de l'angle des sections principales des deux lames. Chacune des deux moitiés est ainsi affectée de la même façon par la lumière parasite du jaune obtenu par l'incandescence du chlorure de sodium. Et, en effet, dans mes expériences, au moment de l'égalité des deux plages, il se produit une teinte légèrement bleuâtre, dont le déplacement et la variation concourent simultanément à augmenter la sensibilité de l'appareil. (Mascart, *Traité d'Optique,* t. II, p. 63.)

deux fentes. Si l'on prévoit que la déviation doit être très faible, il sera bon de placer le prisme sur une plaque mince P horizontale s'appuyant d'un côté sur le milieu de A'B', de l'autre sur l'écran E. On délimitera ainsi nettement, sur celui-ci, l'image supérieure déviée et l'image inférieure correspondant au passage libre.

» Dans ces conditions, le plus léger défaut de parallélisme des deux fentes suffit à produire des perturbations qui peuvent influer notablement sur les conclusions à tirer de l'expérience.

» Supposons que le système AB s'incline légèrement, A se déplaçant à droite, B à gauche, le prisme et la plaque P étant absents; il est facile de voir que, au point de vue de l'effet produit sur l'écran, tout se passe comme si cette fente s'était un peu élargie en s'inclinant, et l'image sur l'écran E sera un peu élargie, à gauche par l'effet de la moitié supérieure de la première fente, à droite par l'effet de la moitié inférieure. C'est ce que permet de reconnaître nettement la manœuvre du repère R.

» Si maintenant on place la plaque P, son effet sera de supprimer l'élargissement, à gauche, sur la partie inférieure de l'image et, à droite, sur la partie supérieure. De ce fait, ces deux parties ne seront plus sur le prolongement exact l'une de l'autre; mais les phénomènes sont encore plus compliqués. L'ombre de la plaque P, qui, dans le cas où les deux fentes sont exactement verticales, sépare les deux moitiés de l'image par un trait noir fin et horizontal, change de forme en entamant à droite la moitié supérieure par un biseau très aigu, qui fait disparaître la plus grande partie du bord droit. Elle agit de même sur la région inférieure pour rogner la plus grande partie du bord gauche, ce qui exagère le déplacement relatif des deux moitiés de l'image.

» Ce dernier effet est dû à ce que les points de l'écran E, situés au dessus de la lame P et très voisins de celle-ci, ne reçoivent que très peu de la lumière émise par les parties centrales de la première fente, et sont surtout éclairés par les parties supérieures de cette fente qui donnent des images déplacées vers la gauche.

» Les choses se passent en sens inverse pour les points situés au-dessous de la plaque P.

» Avec des fentes fines, on peut remplacer l'écran E pour une loupe de Fresnel et se servir des franges de diffraction pour régler le parallélisme. Une très faible inclinaison de la première fente se traduit par un déplacement relatif mesurable des deux moitiés d'une même frange. Pour

une distance de 10^{cm} entre les fentes et une plaque de 12^{cm} de longueur, on obtient facilement un déplacement de $\frac{1}{4}$ de millimètre, les franges restant très nettes.

» Des phénomènes analogues doivent se produire quand on étudie la réfraction des rayons X en employant le dispositif indiqué au début. L'expérience, pour être concluante, devra donc être faite une première fois avec un prisme, une seconde fois sans prisme.

» C'est ainsi que nous avons opéré en employant un prisme d'aluminium d'assez grand angle. Les deux clichés, à part l'effet d'absorption du prisme, ne nous ont montré aucune différence appréciable. Avec des fentes bien parallèles, la déviation est nulle; si l'on incline très peu la première fente on obtient, suivant le sens de l'inclinaison, des déviations correspondant à un indice supérieur ou inférieur à l'unité, de valeur d'ailleurs variable à volonté. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des rayons X*. Note de M. **Gouy**.

« Pour des recherches précises sur la propagation des rayons X, il faut avant tout disposer d'une source qui soit *linéaire*, de largeur apparente insensible, et en même temps assez intense pour opérer à grande distance avec une durée de pose acceptable, ce qu'on ne peut faire en diaphragmant une source ordinaire par une fente très fine.

» J'ai réussi à surmonter cette difficulté par un emploi approprié des tubes du modèle dit *focus*, dans lesquels les rayons X prennent naissance à la surface d'une lame plane de platine. On constate que ces rayons possèdent une intensité presque égale, suivant toutes les directions comprises dans l'hémisphère limité par le plan de la lame, et cessent presque brusquement quand la direction devient rasante. Cette loi, tout opposée à la loi photométrique du *cosinus*, nous apprend que la lame de platine, vue obliquement, constitue une source de rayons X dont l'éclat intrinsèque est sensiblement en raison inverse de sa largeur apparente, en sorte qu'on peut, en se plaçant presque dans le plan de la lame, réaliser une source linéaire de grande intensité.

» Cette remarque m'a amené à construire un tube focus dont la lame de platine, parfaitement plane, permet d'utiliser des rayons faisant avec son plan un angle fort petit, de 30′ par exemple; on a ainsi une grande intensité avec une source dont la largeur apparente n'atteint pas $0^{mm},1$.

» J'en ai fait usage pour l'étude de la réfraction à travers le crown-glass et l'aluminium. Un fil de platine de $0^{mm},1$, recuit et fortement tendu, est placé parallèlement au plan de la lame. Un prisme de 60° est disposé tout près du fil, qui le dépasse de part et d'autre. On reçoit sur la plaque photographique l'ombre du fil, dont le milieu est formé par les rayons qui ont traversé le prisme. L'expérience consiste à mesurer l'écart ε de cette portion, par rapport à la ligne droite définie par les deux extrémités de l'image.

» La distance de la plaque à la source est de $4^{m},50$, et le fil en occupe le milieu ; la durée de pose est de trois heures.

» L'ombre du fil forme une ligne blanche d'environ $0^{mm},2$ de largeur, qui est d'une grande netteté à l'œil nu, sans cependant supporter un fort grossissement. Cette ligne a été examinée au moyen d'un appareil construit par MM. Brunner pour l'étude micrométrique des clichés ([1]). Les mesures montrent que l'écart ε ne dépasse pas 20 microns, ce qui correspond à une déviation de 2″. Quand à la réalité de ces écarts très petits, c'est une question qui ne peut être tranchée qu'en perfectionnant les expériences.

» Ainsi la réfraction des rayons X, si elle existe, est inférieure à deux secondes ; d'où il résulte ([2]) que l'indice ne peut différer de l'unité de plus de $\frac{1}{2000000}$.

» Ces expériences, avec d'autres dont je rendrai compte, mettent aussi en évidence l'absence totale de diffraction ; c'est grâce à cette propriété des rayons X que leur étude peut être effectuée avec une précision comparable à celle des mesures optiques. »

PHYSIQUE. — *Photométrie du sulfure de zinc phosphorescent excité par les rayons cathodiques dans l'ampoule de Crookes*. Note de MM. **Charles Henry** et **Gaston Seguy**.

« On sait que les corps phosphorescents, lorsqu'ils sont excités par les rayons cathodiques dans l'ampoule de Crookes, émettent un éclat plus vif que lorsqu'ils sont saturés par la lumière du Soleil ou par la lumière du magnésium.

» Des mesures précises, dans des conditions bien définies de pression,

---

([1]) Modèle du passage de Vénus.

([2]) Une des faces du prisme de 60° est normale aux rayons.

de cette hyperphosphorescence du sulfure de zinc préparé en agglomérés suivant la méthode de l'un de nous, nous ont conduits aux conclusions suivantes :

» 1° L'éclat du sulfure pour une pression déterminée décroît assez rapidement avec la durée des expériences; il est tombé, par exemple, au bout d'une sizaine d'heures, pour la pression, optima avec notre ampoule, de 19^{μ} de mercure, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{50,4}$ de bougie (on peut évaluer approximativement à $\frac{1}{33}$ de bougie, l'intensité du sulfure de zinc en poudre, saturé par la lumière du magnésium). Toutefois, une part notable dans cette déperdition doit être attribuée à la formation, sur la surface d'émission, de petits points noirs qui sont des particules métalliques projetées par la cathode et des particules de charbon provenant sans doute de la décomposition de l'oxyde de carbone emprisonné dans le sulfure pendant sa calcination en creuset brasqué. Pour éliminer la part de cet écran intercepteur, il suffit simplement de retourner le bloc de sulfure, c'est-à-dire d'exposer aux rayons cathodiques les surfaces jusqu'alors soustraites à leur flux. On constate alors que l'éclat de ces portions est de $\frac{1}{6,22}$ de bougie, c'est-à-dire que le sulfure a perdu seulement le tiers de son éclat maximum initial.

» 2° En deçà et au delà de cette pression de $19\,\mu$ la plus favorable à l'hyperphosphorescence, les éclats du sulfure croissent et décroissent suivant des fonctions (exponentielles) de la pression, d'autant plus rapides que l'expérience a duré moins longtemps.

» 3° Quand on renverse le sens des décharges, c'est-à-dire quand on soustrait le sulfure aux rayons cathodiques, l'éclat décroît dans le rapport de 27 à 1.

» Nous nous sommes servis, comme ampoule, d'une lampe à incandescence, munie de deux électrodes en aluminium : la cathode, ayant la forme d'un disque plat, était placée en haut de l'ampoule ; l'anode, filiforme, était soudée latéralement; l'énergie était fournie par quatre éléments au bichromate à une bobine donnant des étincelles de 6^{cm} de longueur (résistance de l'inducteur : 5687 ohms; de l'induit : $0^{ohm},138$); nous avons mesuré le vide avec la jauge de Mac-Leod et les intensités avec le photomètre de M. Charles Henry. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz iodhydrique et de l'iodure de phosphonium sur le chlorure de thiophosphoryle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Le gaz iodhydrique se dissout simplement dans le chlorure de thiophosphoryle $PS\,Cl^3$, si l'on a soin d'opérer au sein d'un mélange réfrigérant de glace et de sel, mais une réaction ne tarde pas à se déclarer pour peu que la température s'élève. Si l'on opère à la température de la glace fondante, le liquide noircit en même temps qu'il se dégage des gaz chlorhydrique et hydrogène sulfuré; au bout d'un certain temps on voit se déposer au sein du liquide de beaux cristaux rouges qui, séparés du liquide noir coloré par de l'iode qui les baigne, ont été identifiés avec le triiodure de phosphore. La réaction peut donc se formuler

$$PS\,Cl^3 + 5\,HI = PI^3 + I^2 + H^2\,S + 3\,H\,Cl.$$

On voit qu'elle est en tout semblable à celle qu'exerce le gaz iodhydrique sur le chlorure de phosphoryle $PO\,Cl^3$, réaction que j'ai décrite récemment.

» La réaction devient plus complexe si l'on enferme, en tubes scellés, du chlorure $PS\,Cl^3$ saturé de gaz iodhydrique à froid, et le résultat peut être différent suivant la température à laquelle on opère; dans tous les cas, on voit se déposer, au bout d'un temps plus ou moins long, des cristaux d'iode au sein du liquide devenu noir foncé, et à l'ouverture des tubes il y a dégagement abondant de gaz chlorhydrique mélangé de quantités variables d'hydrogène sulfuré. Le liquide noir est extrait et chauffé au bain-marie dans le vide progressivement jusqu'à 100°, température qu'on maintient jusqu'à ce qu'il ne passe plus rien à la distillation; la partie distillée est constituée par $PS\,Cl^3$, coloré fortement par de l'iode, et renfermant de l'iodure PI^3 qu'on distille. Le résidu solide de la distillation est lavé à plusieurs reprises avec du sulfure de carbone chaud, qui dissout de l'iode et un corps iodé et laisse un corps solide cristallin jaune brun dont la composition, voisine de $P^2\,S^3$, est comprise entre $P^2\,S^3$ et $P^2\,S^5$.

» Deux échantillons provenant de préparations différentes ont donné, en centièmes, des teneurs en soufre de 62,26 et 65,54, alors que $P^2\,S^3$ exige 60,76 et $P^2\,S^5$ 72,07. Ce corps solide, chauffé dans le vide, se sublime entièrement vers 250°; la partie supérieure du sublimé est jaune et confuse, la partie inférieure jaune clair est nettement cristallisée et se rapproche de $P^2\,S^5$ (S pour 100, trouvé 69,72).

» On peut donc admettre qu'on a affaire à un mélange de $P^2\,S^3$ et $P^2\,S^5$ qui, selon toute vraisemblance, devraient provenir de l'action simultanée de H^2S, premier terme de la réaction, sur PI^3 formé au début et sur $PS\,Cl^3$ en excès. Il était utile de vérifier

que l'hydrogène sulfuré pouvait réagir sur PI^3 dans les limites de températures dans lesquelles le mélange s'était formé; on sait d'ailleurs que H^2S peut réagir sur $PSCl^3$ pour donner P^2S^5.

» Si l'on chauffe en tube scellé du triiodure de phosphore avec une solution d'hydrogène sulfuré dans le tétrachlorure de carbone faite à basse température, on constate que, même après vingt-quatre heures de chauffe à 100°, il ne s'est formé qu'une très petite quantité d'un enduit jaune qui est vraisemblablement du trisulfure P^2S^3, mais la réaction est limitée par la réaction inverse qui est prépondérante à cette température, car si l'on chauffe quelques grammes de P^2S^3 avec une solution de HI dans CCl^4 à 100°, on perçoit nettement la formation de H^2S à l'ouverture des tubes et le sulfure est transformé presque intégralement en iodure; il n'y a pas formation d'iodosulfure. Ces constatations permettent difficilement d'admettre que P^2S^3 proviendrait d'une action subséquente de H^2S sur PI^3, premiers termes de la réaction; nous verrons à propos de l'action de l'iodure de phosphonium sur $PSCl^3$ qu'il convient peut être de lui assigner une autre origine.

» La dissolution sulfocarbonique qui a laissé comme résidu le mélange de P^2S^3 et P^2S^5 est fortement colorée par de l'iode; agitée avec du mercure en excès, elle prend une teinte orangée et par évaporation à froid laisse déposer des cristaux orangés d'un corps dont la composition est très voisine de P^2SI^2 et qu'on doit considérer comme un dérivé sulfuré de P^2I^4 dans lequel 2 atomes d'iode sont remplacés par 1 atome de soufre.

» Il est très difficile d'obtenir ce corps absolument pur, car il ne se forme jamais qu'en petite quantité; il est des circonstances où il ne s'en fait pas du tout; c'est le cas où l'on chauffe les tubes contenant la solution de HI dans $PSCl^3$ à 100°; les conditions qui m'ont semblé les plus favorables consistent à maintenir les tubes scellés pendant quelques jours entre 30° et 40°.

» L'iodosulfure P^2SI^2 est un corps solide, orangé, fondant vers 75° en un liquide jaune orangé; il est très soluble dans le sulfure de carbone. Peu stable sous l'action de la chaleur, il ne se sublime pas dans le vide où chauffé il ne tarde pas à se décomposer avec perte d'iode. Il fume à l'air avec dégagement de H^2S et HI.

» On connaît déjà un iodosulfure de phosphore obtenu par M. Ouvrard (*Comptes rendus*, 1892) en faisant réagir H^2S sur P^2I^4 fondu; mais il est jaune, fond vers 106° et présente la composition $P^4S^3I^2$, ce qui le différencie totalement de celui que je viens de décrire.

» Dans l'espoir d'obtenir plus facilement l'iodosulfure P^2SI^2, j'ai été conduit à es-

sayer de remplacer l'action de 4I sur $PSCl^3$ par celle de PH^4I. Mais pour que ces deux corps réagissent convenablement en tubes scellés, il faut porter la température vers 100° et la maintenir plusieurs heures; ces conditions de température avaient été peu favorables à la production de l'iodosulfure P^2SI^2 et je n'ai pu constater sa formation dans ces nouvelles conditions.

» Lorsque la réaction de PH^4I sur $PSCl^3$ en excès, en tubes scellés à 100°, est achevée, les tubes sont tapissés d'un corps solide jaune bien cristallisé, qui est du trisulfure de phosphore; à l'ouverture des tubes, il y a dégagement d'acide chlorhydrique et d'hydrogène sulfuré. L'excès de liquide qui baigne les cristaux de P^2S^3 est jaune orangé clair; chauffé au bain-marie dans le vide, il passe d'abord $PSCl^3$ incolore, puis peu à peu de l'iode est mis en liberté. Si l'on arrête la distillation quand la production d'iode devient trop abondante, il reste dans le récipient un corps solide mélangé d'un liquide visqueux noir; on sépare par filtration à la trompe le corps solide qui, lavé ensuite au sulfure de carbone, prend l'aspect d'un corps solide, cristallin, jaune, légèrement coloré en brun et répond exactement à la composition P^2S^3. Quant au liquide visqueux noir, il est entièrement soluble dans CCl^4 (dans lequel P^2S^3 est totalement insoluble) et sa solution, agitée avec du mercure, est à peine colorée; cependant, chauffée doucement dans le vide pour chasser le dissolvant, il ne tarde pas à y avoir mise en liberté abondante d'iode et de PI^3 et il ne reste finalement que du trisulfure de phosphore qui ne préexistait certainement pas dans la solution chlorocarbonique.

» Et s'il m'était permis de hasarder une hypothèse, j'admettrais que le liquide épais renferme de l'iodure de thiophosphoryle décomposable sous l'action de la chaleur d'après l'équation $3PSI^3 = P^2S^3 + PI^3 + 6I$. Et la formation de P^2S^3 dans l'action de HI sur $PSCl^3$ s'expliquerait par la formation et la décomposition du même corps dont j'ai été incapable de reconnaître alors l'existence, à cause de la grande quantité d'iode et de triiodure de phosphore préalablement libres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydratation de la pinacoline.* Note de M. Maurice Delacre, présentée par M. Friedel.

« La constitution de la pinacoline généralement admise aujourd'hui par les chimistes, et représentée par la formule $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$, s'appuie principalement sur des arguments indirects, non basés sur l'étude analytique de ce corps.

» C'est ainsi que Boutlerow a fait agir $(CH^3)^3.C.COCl$ sur $Zn(CH^3)^2$; il a reconnu, à tort ou à raison, l'identité de l'acétone ainsi obtenue avec la pinacoline. C'est ainsi encore que M. Eltekow a soumis le carbure

$$(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$$

à l'action de ClOH et, en traitant par la potasse sèche le produit d'addition, obtenu $C^6H^{12}O$. Rien ne semble plus rationnel que d'attribuer à ce

dernier la constitution $(CH^3)^2.C\underset{\diagdown O \diagup}{—}C(CH^3)^2$, assignée par MM. Friedel et Silva à la pinacoline. Or celle-ci ne s'unit pas à l'eau, tandis que le produit de M. Eltekow s'y combine énergiquement pour donner de la pinacone.

» Dans une étude de l'espèce, des arguments de cet ordre peuvent induire facilement en erreur. L'identification de deux liquides volatils aussi voisins que doivent l'être $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$ et $(CH^3)^2.C\underset{\diagdown O \diagup}{—}C(CH^3)^2$ peut paraître sujette à caution, et, d'autre part, dès que l'on s'adresse à des réactions comme celles de KOH et de ClOH, il est difficile de répondre qu'il n'y a pas de transpositions moléculaires.

» Si l'on oublie les deux synthèses précitées, et que l'on veuille se faire une opinion d'après des arguments déduits des propriétés mêmes de la pinacoline, on trouve dans ce Chapitre de la Chimie organique des lacunes très grandes, telles qu'il est impossible d'arriver à une conclusion claire.

» Cette insuffisance n'a pas empêché la formule symétrique de MM. Friedel et Silva de tomber dans un injuste abandon, et il semble que, au point de vue où nous nous plaçons, la fortune de la formule cétonique doive être attribuée à deux raisons d'un ordre général résultant de notions incomplètes ou mal comprises :

» 1° L'impossibilité d'hydrater la pinacoline;

» 2° Les analogies entre les deux fonctions $(CH^3)^2.C\underset{\diagdown O \diagup}{—}C(CH^3)^2$ et $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$, entre lesquelles la délimitation n'a jamais été nettement établie; de plus, l'alcool tertiaire dérivé de l'oxyde régénère l'oxyde par oxydation, et se comporte donc en ce sens comme un alcool secondaire.

» Personne ne s'attend à ce que l'on puisse fixer aussi facilement l'eau sur la pinacoline qu'on le ferait sur l'oxyde d'éthylène; on sait, au contraire, que la pinacone se déshydrate avec une facilité bien plus grande que tous les autres bialcools connus. Nous considérerons donc comme également probante l'hydratation indirecte, et, posé dans ce sens, le problème revient à la transformation de la pinacoline en un composé symétrique.

» On arrive facilement au but par sa transformation en bromure $(CH^3)^2.CBr.CBr(CH^3)^2$; on pourrait obtenir aisément avec ce dernier de la pinacone.

» On sait que M. Baeyer a proposé une excellente méthode pour préparer le bromure de la pinacone : il suffit d'ajouter la pinacone à une solution

aqueuse concentrée d'acide bromhydrique; les rendements s'approchent de la théorie.

» L'acide bromhydrique en solution aqueuse très concentrée a également une action énergique sur la pinacoline. Voici un exemple d'opération :

» 125gr de pinacoline sont versés dans une solution aussi concentrée que possible d'acide bromhydrique (580gr) contenu dans un flacon bouché à l'émeri; le mélange s'échauffe, brunit fortement et *devient homogène*. Par une agitation énergique, au bout d'une heure, il se dépose quelques gouttes d'une huile qui devient solide et dont la quantité augmente peu à peu. Après trois jours, on en a recueilli par essorage 27gr. Par la teneur en brome, ce corps répond à la formule $C^6H^{12}Br^2$.

» Dans d'autres opérations le rendement s'est élevé à la moitié du poids de la pinacoline mise en œuvre : cela dépend de l'énergie de la réaction, à savoir de la concentration de l'acide et de la quantité sur laquelle on opère, mais j'ai eu beau prolonger très longtemps le contact et saturer à plusieurs reprises le mélange d'acide, je n'ai pu dépasser cette limite.

» Les rendements n'ont donc pas dépassé 20 pour 100 et cette particularité donne à la réaction une partie de son intérêt. En effet, étant donné que la réaction de M. Baeyer est très énergique, il paraît légitime d'en conclure que la transformation de la pinacone en bromure ne se fait pas par l'intermédiaire de la pinacoline. Cette déduction se trouve confirmée par l'action de HCl sec sur la pinacone qui donne, d'après MM. Friedel et Silva $(CH^3)^2.C(OH).CCl(CH^3)^2$.

» Si elle est fondée, les bromures de pinacone et de pinacoline seront bien des dérivés directs de ces deux corps, à moins que l'on ne veuille admettre la transformation de la pinacoline en pinacone, fait qui nous semble peu admissible, mais qui prouverait la thèse que nous défendons.

» Or, rien n'est plus facile à démontrer que l'identité des bromures de pinacone et de pinacoline.

» D'abord je les ai soumis parallèlement à l'action de la potasse alcoolique, d'après M. Couturier. L'opération a été exécutée sur 10gr; j'ai obtenu les mêmes rendements en un carbure bouillant, avec une rare netteté, entre 70° et 75°, et qui, dosé par le brome et l'hyposulfite en présence d'iodure de potassium, s'est comporté comme un carbure éthylénique.

» J'ai réduit ensuite par le zinc et l'acide acétique, d'après les données de M. Baeyer, 40gr de chacun des deux bromures; dans l'un et l'autre cas, les rendements en tétraméthyléthylène ont été identiques.

» De plus, le bromure de pinacoline, traité par la potasse alcoolique en tube scellé (d'après la réaction de M. Favorski que j'ai eu soin de répéter),

n'a pas donné la *moindre trace* de carbure acétylénique et, soumis à l'action de l'hydroxylamine dans les conditions indiquées dans le travail de M. Couturier, ne m'a donné qu'un produit huileux dont il m'a été impossible d'isoler l'oxime.

» Les bromures de pinacone et de pinacoline sont donc tous deux symétriques et, bien que ce fait ne résolve pas la constitution de la pinacoline, j'estime qu'il est pour cette étude d'importance primordiale.

» Je suis tenté de croire, en effet, que les autres produits de l'action de HBr sont également du type symétrique. Je n'y ai trouvé que du bipropényle, de très petites quantités de pinacoline ou d'un isomère (hydratation de cet hydrocarbure), et des produits résineux dont je n'ai pu faire l'étude, mais que je soupçonne être des produits de polymérisation de l'hydrocarbure qui vient d'être cité.

» Ce qui me semble confirmer cette opinion, c'est que si l'on choisit un acide halogéné plus stable, se comportant plutôt comme agent de déshydratation que d'éthérification, la quantité de produit halogéné diminue. Avec la pinacone et l'acide chlorhydrique, les rendements sont approximativement ceux de l'action de HBr sur la pinacoline. Quant à la pinacoline, elle se dissout simplement dans HCl en brunissant fortement, mais sans donner lieu à aucun dépôt; en opérant en petit, il se fait un léger dépôt après un temps très long.

» Je continue l'étude de ces réactions et j'ai lieu d'espérer que l'acide iodhydrique me conduira à d'avantageux résultats.

» En tous cas, l'hydratation de la pinacoline est un fait acquis. Qu'elle soit ou non le résultat d'une transposition moléculaire, c'est ce qu'il ne m'appartient pas de décider actuellement; mais le résultat final est là, le reste est affaire d'interprétation. Cependant il n'est pas sans intérêt de remarquer que si l'on veut conserver à la pinacoline la formule cétonique, il faut admettre que

$$(CH^3)^2.\underset{\diagdown \; O \; \diagup}{C - C}(CH^3)^2$$

se transforme en $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$ par l'action de l'acide sulfurique (préparation de la pinacoline), et que l'acétone revient au type symétrique sous l'influence de l'acide bromhydrique. Il est bien difficile de souscrire à une semblable interprétation (¹). »

(¹) Université de Gand, laboratoire de recherches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de préparation de l'acide glycérique*. Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« L'acide glycérique a été préparé jusqu'à présent en faisant réagir, avec quelques précautions, l'acide azotique fumant sur la glycérine. On sépare l'acide glycérique à l'état de glycérate de calcium (Debus) ou de glycérate de plomb (Beilstein, Mulder); la décomposition de ces sels donne ensuite l'acide libre.

» Nous venons de reconnaître que la glycérine, en présence de la soude et du chlorure d'argent, donne à chaud de l'acide glycérique avec formation d'argent métallique et de chlorure de sodium (1), et cela sans production simultanée de composés aldéhydiques.

» Voici les proportions qui nous ont donné les meilleurs résultats :

» On prend 170gr d'azotate d'argent qu'on transforme en chlorure : on obtient ainsi 143gr,5 de chlorure argentique. On dissout 46gr de glycérine pure dans une solution aqueuse sodique renfermant 80gr de soude pour 500gr d'eau distillée.

» Déjà à froid on constate un commencement de réaction, mais qui reste inachevé, même à la lumière. A l'ébullition, le chlorure d'argent devient promptement noir, puis gris. Il se forme successivement de l'oxyde d'argent, puis de l'argent métallique finement divisé. On obtient par filtration un liquide parfaitement incolore, renfermant du glycérate de sodium, du chlorure de sodium, et l'excès de glycérine. On évapore au bain-marie à consistance sirupeuse. On triture la masse refroidie avec 120gr de bisulfate de potassium. On l'épuise alors par de l'acétone bien exempte d'eau. L'acétone est distillée dans le vide pour éviter la décomposition des chlorures par l'acide glycérique. Le résidu est repris à nouveau par l'acétone pure et bien desséchée. On évapore encore dans le vide. La reprise une troisième fois, par l'acétone pure, donne de l'acide glycérique à peine coloré en jaune et renfermant une trace de chlorure dont il est difficile de le débarrasser, à moins de passer par le glycérate de calcium ou le glycérate de plomb.

» L'emploi de l'acétone pure permet de séparer l'acide glycérique de la glycérine, qui est complètement insoluble dans ce dissolvant.

» La réaction s'accomplit suivant l'équation

$$C^3H^8O^3 + 4\,AgCl + 4\,NaOH = C^3H^6O^4 + 4\,Ag + 4\,NaCl + 3\,H^2O.$$

(1) A l'Hôtel des Monnaies, à Paris, on utilise depuis longtemps cette action décomposante de la glycérine sur le chlorure d'argent en présence de la soude, pour régénérer l'argent métallique propre à un nouvel usage.

» En fait, cette proportion théorique de soude est insuffisante, de même qu'il est nécessaire d'opérer en présence d'un excès de glycérine, sinon le chlorure d'argent est incomplètement réduit. Les proportions, d'ailleurs, que nous avons indiquées plus haut, comportent un excès de soude et de glycérine.

» Il ne se forme pas de composés aldéhydiques, quelles que soient les conditions de chauffe. Nous les avons en vain recherchés à plusieurs reprises.

» Nous regardons ce mode d'oxydation, par le chlorure d'argent en présence des alcalis, comme intéressant à essayer sur les corps organiques.

» Le procédé n'est d'ailleurs pas dispendieux, en raison de l'utilisation indéfinie de l'argent métallique engendré dans la réaction. »

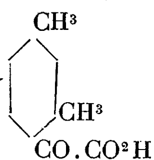
CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir le chlorure d'éthyloxalyle sur le benzène, dans les conditions indiquées dans une précédente Note, on obtient sans difficulté le phénylglyoxylate d'éthyle; cet éther, déjà décrit par plusieurs auteurs, distille à 141° sous 10^{mm}.

» Le toluène se combine au même réactif en donnant naissance au *p*-crésylglyoxylate d'éthyle, facile à transformer en acide *p*-crésylglyoxylique. Contrairement à l'opinion de Roser, ce dernier constitue une substance très stable, distillant sans altération à 164° sous 10^{mm}, et cristallisant en beaux cristaux, peu solubles dans l'eau et fusibles à 97°.

» La distillation à la pression ordinaire le décompose intégralement en un mélange d'aldéhyde et d'acide paratoluiques.

» On obtient, avec le métaxylène, le *m*-xylylglyoxylate d'éthyle qui distille sans altération à 165° sous 10^{mm}; cet éther se prend par refroidissement en une masse de cristaux fusibles à 56°, en se décomposant partiellement. L'acide correspondant distille à 170° sous 10^{mm}; il fond à 60°; sa constitution



est établie par sa transformation en acide *m*-xylylcarbonique fusible à 125°.

» Le *p*-isopropyltoluène (cymène) fournit, mais avec un moins bon rendement, le cymylglyoxylate d'éthyle

CH^3 — C^6H^3 — $CO - CO^2C^2H^5$, C^3H^7 ou CH^3 — C^6H^3 — $CO.CO^2C^2H^5$, C^3H^7,

liquide incolore fusible à 180°.

» Le rendement assez faible obtenu dans cette opération est dû à l'existence d'une réaction secondaire assez curieuse.

» En rectifiant avec soin le cymène récupéré après la réaction, j'ai obtenu un liquide incolore bouillant à 97° sous 10^{mm} et à 205° à la pression ordinaire, possédant l'odeur du cymène. Ce liquide n'est autre qu'un éthylcymène

CH^3 — C^6H^3 — C^2H^5, C^3H^7 ou CH^3 — C^6H^3 — C^2H^5, C^3H^7.

» Je suppose (¹) que l'acide chlorhydrique, qui se dégage dans la réaction, saponifie partiellement le chloroxalate d'éthyle en donnant du chlorure d'éthyle qui réagit alors à l'état naissant. Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'on n'avait pas pu obtenir d'éthylcymène par l'action du bromure d'éthyle sur le cymène en présence du chlorure d'aluminium.

» L'acide cymylglyoxylique, obtenu par saponification de son éther, constitue un liquide visqueux qui, à la distillation à la pression ordinaire, se décompose en aldéhyde et en acide cymylcarbonique sur lesquels je reviendrai plus tard, et en une huile jaune clair, bouillant à 220° sous 10^{mm} et qui possède la composition de la cymophénone $C^{10}H^{13} - CO - C^{10}H^{13}$; elle provient sans doute de la décomposition pyrogénée de l'acide cymylcarbonique.

» L'anisol réagit dans d'excellentes conditions sur le chlorure d'éthyl-

---

(¹) MM. Friedel et Crafts ont, en effet, signalé la production d'éthylbenzène dans l'action sur le benzène d'éthers éthyliques chlorés en présence du chlorure d'aluminium.

oxalyle; l'anisoylcarbonate d'éthyle constitue une huile d'un jaune clair, à odeur anisée, mais désagréable, bouillant à 183° sous 10^{mm}.

» L'acide anisoylcarbonique, déjà obtenu par oxydation de l'anéthol, forme de belles aiguilles incolores, très peu solubles dans l'eau, fusibles à 93°. Sa décomposition par distillation ne fournit que très peu d'aldéhyde anisique, mais principalement de l'acide.

» Le vératrol se transforme aisément en éther vératroylcarbonique; ce dérivé n'a pas été isolé, mais transformé directement en acide vératroylcarbonique $C^6H^3(OCH^3)^2COCO^2H$. Ce dernier, déjà obtenu dans l'oxydation du méthylisoeugénol, forme de petits cristaux incolores, fusibles à 135°-136°; il est assez soluble dans l'eau et très soluble dans les dissolvants organiques.

» Cet acide n'avait pas encore été obtenu par synthèse totale. La distillation dans le vide le transforme presque exclusivement en acide vératrique. Il se fait seulement une très petite quantité d'aldéhyde vératrique ou méthylvanilline. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux dérivés des éthers cyanacétiques*. Note de M. **Guinchant**, présentée par M. Friedel.

« M. Haller et ses élèves ont obtenu un grand nombre de dérivés acylcyanacétiques, en faisant réagir un chlorure d'acide sur un mélange de cyanacétate alcoolique et d'alcoolate de sodium.

» La réaction ne se passe qu'entre 1 molécule de chlorure acide et 2 molécules de cyanacétate sodé, ce que M. Haller explique par l'action secondaire de l'acylcyanacétate formé sur le cyanacétate sodé :

$$\begin{array}{l} CO^2R \quad COR \\ | \qquad\quad | \\ CH\boxed{Na + Cl} \\ | \\ CAz \end{array} = NaCl + \begin{array}{l} CO^2R \\ | \\ CH - COR, \\ | \\ CAz \end{array}$$

$$\begin{array}{l} CO^2R \\ | \\ CHNa \\ | \\ CAz \end{array} + \begin{array}{l} CO^2R \\ | \\ CH - COR \\ | \\ CAz \end{array} = \begin{array}{l} CO^2R \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CAz \end{array} + \begin{array}{l} CO^2R \\ | \\ CNa - COR. \\ | \\ CAz \end{array}$$

» Ayant eu à préparer, sur l'instigation de M. Haller, un certain nombre de ces dérivés, j'ai cherché à éviter la perte de 50 pour 100 de cyanacétate en versant le cyanacétate sodé dans le chlorure d'acide en quantité équi-

valente, de façon que l'acylcyanacétate, qui prend naissance, se trouve toujours en présence d'un excès de chlorure acide. Il devenait alors indispensable d'éviter la présence de l'alcool, qui aurait réagi inutilement sur une partie du chlorure acide, et, par suite, d'employer le cyanacétate sodé à l'état solide. Mais, en opérant dans ces conditions, je n'ai obtenu qu'un rendement très faible en acylcyanacétate et j'ai obtenu, au contraire, avec un rendement de 50 pour 100, des corps nouveaux qui font le sujet de cette Note.

» Le cyanacétate de méthyle sodé a été préparé par la méthode qui a fourni à M. Henry les alcoylcyanacétates en dissolvant 1 atome de sodium en fil dans 1 molécule de cyanacétate de méthyle dilué de quatre fois son volume d'éther anhydre. Quand il ne se dégage plus d'hydrogène, la bouillie de cyanacétate sodé est versée par petites fractions et en agitant sous un robinet d'eau froide, dans 1 molécule de chlorure d'acétyle étendue de cinq à six fois son volume d'éther anhydre. Après la réaction, on épuise par une solution aqueuse d'acétate de cuivre qui précipite sous forme de sel de cuivre l'acétylcyanacétate formé; la solution éthérée est desséchée sur $CaCl^2$ et abandonnée à l'évaporation. Il se dépose bientôt de beaux cristaux très solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther privé d'alcool, solubles dans l'eau chaude; ce corps ne donne pas la coloration rouge des dicétones avec $FeCl^3$, mais donne, comme les tricétones et les éthers isonitrosés, une coloration jaune en présence d'une trace d'alcali ou d'un sel basique. Les analyses concordent avec celles d'un corps dont la molécule serait la somme d'une molécule d'acétylcyanacétate et d'une molécule de cyanacétate de méthyle $C^{10}H^{12}O^5Az^2 = C^6H^7O^3Az, C^4H^5O^2Az$.

» Cette combinaison équimoléculaire aurait pour poids moléculaire 240. Or une détermination cryoscopique dans l'acide acétique a donné :

Pour C............	0°,26	M............	244
C............	0°,36	M............	237

» J'appellerai provisoirement ce corps *acétylbicyanacétate de méthyle*. Il fond à 101°.

» Une basicité peut être titrée nettement à la phénolphtaléine en solution alcoolique; cependant la fonction acide est très faible car le composé n'a pas d'action sur les carbonates.

» En solution dans l'eau ou dans l'alcool, il donne, avec une trace d'alcali, une belle coloration jaune d'or; cette coloration est d'ailleurs très instable et disparaît au bout de quelques heures à froid, immédiatement

si l'on chauffe. La solution alcoolique, neutralisée à la phénolphtaléine par la potasse en solution aqueuse, laisse déposer rapidement au bain-marie le sel de potasse d'un nouvel acide fondant à 240°.

» *Acétylbicyanacétate d'éthyle.* — Le cyanacétate d'éthyle sodé et le chlorure d'acétyle ont donné de même un composé cristallisé présentant les mêmes réactions caractéristiques et répondant également, par l'analyse, à l'addition d'une molécule d'acétylcyanacétate d'éthyle et d'une molécule de cyanacétate d'éthyle $C^7H^9O^3Az$, $C^5H^7O^2Az$. Je l'appellerai de même *acétylbicyanacétate d'éthyle*. Il fond à 83°. Une basicité peut être titrée à la phénolphtaléine en solution alcoolique, et avec la potasse la solution laisse déposer au bout d'un certain temps un nouveau sel de potassium.

» L'acétylbicyanacétate d'éthyle est plus soluble dans l'éther et moins soluble dans l'eau que son homologue inférieur; il est également très soluble dans l'alcool et se dépose, dans ce dissolvant, en larges tables clinorhombiques à six pans. Les faces observées sont : *p* (très développée), *m* et a_1.

$$pm\ldots\ 96°30', \qquad mm\ldots\ 122°45', \qquad pa_1\ldots\ 49°20'.$$

» *Constitution.* — M. Claisen (¹), dans la synthèse de l'éther acétylpyruvique au moyen de l'acétone, de l'oxalate d'éthyle et du sodium, signale la formation en quantité notable d'une combinaison moléculaire qu'il considère comme résultant de l'union d'une molécule d'éther acétylpyruvique à une molécule d'acide acétylpyruvique. Il explique la formation de ce corps par une aldolisation entre ces deux molécules et lui attribue la formule

$$\begin{array}{l} CH^3-CO-CH^2-\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}}(OH)-\underset{\displaystyle CO-CO^2C^2H^5}{\underset{|}{CH}}-CO-CH^3 \end{array};$$

ce composé présente les plus grandes analogies avec ceux que je viens de signaler (coloration jaune instable avec les alcalis, condensation par les bases avec perte d'eau). En adoptant la même interprétation, je considérerai ces éthers acétylbicyanacétiques comme résultant d'une aldolisation entre l'oxygène cétonique de l'acétylcyanacétate et l'hydrogène acide du cyanacétate

$$CAz-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}=O + H-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-CAz = CAz-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(OH)-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-CAz.$$

(¹) Claisen, *Ber.*, t. XXII, p. 3271; 1889.

On est amené à la même formule, si l'on admet que l'éther acétylcyanacétique peut exister sous la forme énolique,

$$\begin{array}{l} C(OH) = C - CAz \\ \quad | \qquad\quad | \\ CH^3 \qquad CO^2R \end{array} ;$$

il doit alors se comporter vis-à-vis de l'éther cyanacétique sodé comme les éthers cinnamique, fumarique, etc. vis-à-vis du malonate d'éthyle sodé (¹) et du cyanacétate d'éthyle sodé (²).

» J'admettrai donc cette formule pour représenter la constitution des corps nouveaux que j'ai décrits, jusqu'à ce qu'une étude plus complète des conditions nécessaires à leur formation et des produits de leur dédoublement m'ait permis d'établir leur formule sur des faits plus précis (³). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude physiologique des Cyclamens de Perse.* Note de MM. **Alex. Hébert** et **G. Truffaut**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les Cyclamens de Perse appartiennent à la famille des Primulacées; ce sont des plantes bisannuelles et leur bulbe est une tige modifiée. A l'état naturel, elles emmagasinent dans ces bulbes, pendant la première année, des matériaux de réserve qui ne sont utilisés que la seconde année, au printemps, au moment de la formation des fleurs, puis des fruits.

» Sous l'influence d'une sélection méthodique et d'une culture soignée, on parvient à faire fleurir ces végétaux sans leur donner de repos, et, dans ce cas, les fleurs apparaissent à l'automne dès la première année. Les Cyclamens produits par l'Horticulture proviennent de semis repiqués en serre tempérée en terrines, puis en petits pots, et cultivés à froid, sous châssis, dans des terres artificielles; pour les belles espèces, on emploie principalement pour ce dernier usage un mélange de terreau de feuilles et de terre siliceuse, et l'on pratique quelques arrosages avec de la bouse de vache très diluée.

» Les Cyclamens font partie de nos plus belles plantes d'ornement; ils

---

(¹) Michael, *Amer. Chem. Journ.*, t. IX, p. 112; 1887, et Auwers, *Ber.*, t. XXIV, 2, p. 2887; 1891.

(²) Muller, *Ann. Ch. et Phys.*, [7], t. I, p. 537; 1894.

(³) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Haller, à l'Institut chimique de Nancy.

sont recherchés spécialement pour l'éclat de leurs fleurs et c'est à la production intensive de ces dernières que vise l'horticulteur.

» L'un de nous ayant déjà réussi à modifier très heureusement la culture des Azalées par l'emploi de matières fertilisantes, il était naturel d'espérer qu'on obtiendrait de même une floraison abondante des Cyclamens, en opérant dans des sols plus riches et avec des engrais plus abondants qu'on ne le fait d'ordinaire.

» Dans cet ordre d'idées, nous avons effectué des essais en employant comme sol un mélange contenant $\frac{1}{3}$ de terreau de couches et $\frac{2}{3}$ d'un compost phosphaté très fertile; en outre, pendant leur période végétative, les Cyclamens cultivés dans ce milieu recevaient une fois par semaine de l'engrais humain dilué.

» Les engrais ont provoqué une augmentation considérable du poids de matière végétale élaborée; les plantes obtenues avaient un poids presque double de celui des plantes ordinaires, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

	A l'état normal.	A l'état sec.
Poids des Cyclamens cultivés en sol pauvre (moyenne de seize plants)	92gr,42	8gr,82
Poids des Cyclamens cultivés en sol riche (moyenne de soixante plants)	169gr,98	16gr,65

» Nous avons recherché si ce résultat correspondait à une différence de composition chimique des végétaux en expérience et nous y avons dosé les principaux éléments.

	Matière sèche pour 100 dans les divers organes. — Cyclamens. — Sol		Azote pour 100 dans les divers organes. — Cyclamens. — Sol		Cendres pour 100 dans les divers organes. — Cyclamens. — Sol	
	pauvre.	riche.	pauvre.	riche.	pauvre.	riche.
Fleurs.....	10,6	12,0	0,209	0,278	0,996	1,338
Feuilles....	9,9	9,0	0,340	0,265	0,651	0,818
Tiges......	7,5	7,5	0,141	0,123	1,216	1,587
Bulbes....	11,3	14,4	0,153	0,112	1,730	0,996

» Pour la composition centésimale et totale d'une plante entière, on trouve :

	Composition centésimale. — Cyclamens. — Sol pauvre.	Composition centésimale. — Cyclamens. — Sol riche.	Composition totale. — Cyclamens. — Sol pauvre.	Composition totale. — Cyclamens. — Sol riche.
Poids total	100,00	100,00	92,42	169,98
Matière sèche	9,54	9,80	8,82	16,65
Azote	0,199	0,172	0,184	0,292
Cendres	1,196	1,176	1,106	1,995
Silice	0,205	0,275	0,190	0,467
Chlore	0,095	0,122	0,088	0,208
Acide sulfurique	0,085	0,094	0,079	0,159
Acide phosphorique	0,0026	0,0021	0,0024	0,0037
Oxyde de fer et alumine	0,126	0,119	0,117	0,201
Chaux	0,052	0,051	0,048	0,087
Magnésie	0,045	0,029	0,042	0,050
Potasse	0,278	0,331	0,257	0,562
Soude	0,153	0,105	0,141	0,179

» On ne constate pas de différences essentielles dans la composition des différents organes, ni dans la quantité relative des divers éléments. Dans les deux cas, les Cyclamens sont remarquables par leur pauvreté extrême en acide phosphorique et par leur abondance relative en soude.

» Mais, si les engrais ont produit sur ces plantes leur effet ordinaire d'augmentation du poids de matière végétale élaborée, on remarque que cet accroissement porte uniquement sur les feuilles et que le poids et le nombre des fleurs se trouve diminués proportionnellement, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le Tableau ci-dessous, qui donne la quantité des divers organes dans les Cyclamens cultivés en terrain pauvre et en terrain riche :

	Sol pauvre.	Sol riche.
Fleurs	7,64 p. 100	1,96 p. 100
Feuilles	24,54 »	34,32 »
Tiges	42,87 »	39,22 »
Bulbes et racines	24,95 »	24,50 »

» En résumé, on voit que les méthodes habituellement employées dans la grande culture ne conviennent plus toujours quand il s'agit de la production des fleurs. Si la distribution de matières fertilisantes détermine bien toujours une production abondante de matière végétale, cette production porte, dans le cas que nous avons étudié, sur les feuilles et non sur les fleurs et, par suite, est contraire aux intérêts de l'horticulteur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle oxydase, ou ferment soluble oxydant, d'origine végétale.* Note de M. G. **Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« On sait avec quelle rapidité le suc de racines de Betterave se colore en rouge, puis en noir au contact de l'air, et qu'il en est de même pour d'autres sucs végétaux, comme ceux des tubercules de Dahlia ou de Pomme de Terre, du *Russula nigricans* Bull., etc. Ces colorations sont dues à l'oxydation de la tyrosine sous l'influence d'un ferment soluble.

» Or, si l'on compare la rapidité de cette oxydation avec la formule de constitution de la tyrosine

$$\begin{array}{c} C - CH^2 - CH\begin{cases} COOH \\ AzH^2 \end{cases} \\ CH \diagup \quad \diagdown CH \\ CH \quad\;\; CH \\ CH \diagdown \quad \diagup CH \\ COH \end{array}$$

et les remarques que j'ai faites antérieurement sur l'oxydabilité des corps organiques par la laccase ([1]), il paraîtra peu vraisemblable qu'on ait affaire ici à une intervention de ce ferment soluble. La tyrosine, en effet, ne rentre pas dans la catégorie des corps nettement oxydables par la laccase : elle ne renferme qu'un seul oxyhydrile phénolique et, si elle possède en outre un groupement AzH^2, c'est dans sa chaîne latérale et non dans son noyau. L'expérience confirme cette supposition : la tyrosine résiste indéfiniment à l'oxygène gazeux, même en présence d'une forte proportion de laccase (même 10 pour 100 de la solution).

» Il devenait ainsi très probable que dans les sucs noircissants la tyrosine était accompagnée par une oxydase particulière. J'ai pu mettre celle-ci

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1132.

en évidence et je l'appelle *tyrosinase*. Elle existe non seulement chez le Dahlia, la Betterave, etc., mais encore chez plusieurs Champignons dépourvus de tyrosine. C'est même à cette dernière circonstance que j'ai dû de pouvoir terminer mes études.

» La tyrosinase est effectivement très instable; quand on la précipite du suc de Betterave ou de Dahlia par addition d'alcool, elle est déjà si atténuée que, le plus souvent, l'eau dans laquelle on fait macérer le précipité n'acquiert presque pas d'action sur la tyrosine. Certains Champignons, au contraire, fournissent aisément un liquide très actif : tels sont la plupart des Russules. On peut, soit utiliser le suc de ces Champignons, aussitôt après la récolte, soit les conserver pour des expériences plus tardives. Dans ce dernier cas, on les divise en tranches minces qu'on fait sécher dans le vide. Au moment du besoin, on fait macérer le résidu sec dans un peu d'eau froide et l'on filtre après quelque temps.

» Si les racines de Dahlia ne donnent, comme celles de la Betterave, qu'un ferment peu actif, par contre elles fournissent facilement de la tyrosine. Pour cela on verse dans le suc, aussitôt après son extraction, un quart de son volume d'alcool. Le précipité floconneux qui se dépose contient la nouvelle oxydase; on le recueille le plus rapidement possible, et le liquide est abandonné dans des flacons pleins, pour laisser déposer l'inuline. Les eaux-mères de celle-ci sont ensuite concentrées par distillation dans le vide et la tyrosine cristallise. On peut la reconnaître à l'ensemble de ses propriétés physiques et chimiques, aux réactions d'Hoffmann et de Piria, à sa composition élémentaire :

	1.	2.	Calculé pour $C^9H^{11}AzO^3$.
Carbone	59,30	»	59,66
Hydrogène	6,15	»	6,07
Azote	»	7,69	7,77

» La tyrosine peut encore s'extraire avantageusement de la Russule noircissante, en suivant les indications que j'ai données antérieurement, dans mes recherches avec M. Bourquelot, sur la coloration de certains Champignons au contact de l'air (¹). J'ai reconnu, depuis, que le chromogène de cette Russule est de la tyrosine.

» Voici maintenant les expériences qui établissent : 1° que le noircissement de la tyrosine est dû à une oxydase et 2° que cette oxydase diffère de celle de l'arbre à laque.

» Quand on verse un peu de macération de Russule, *faite à froid*, dans

---

(¹) *Journal de Pharmacie et de Chimie* (1896), 6e série, t. III, p. 117. Pour la tyrosine de la Betterave, voir LIPPMANN, *Berichte d. d. Gesel.* (1884), p. 2835.

une solution de tyrosine, le mélange se colore successivement en rouge, puis en noir, et laisse finalement déposer un précipité amorphe de même couleur. Avec un dispositif convenable on constate en même temps une absorption d'oxygène. Sous une cloche reposant sur le mercure, le mélange se colore faiblement en rose au début de l'expérience, parce qu'il est impossible d'éliminer toute trace d'oxygène, mais il reste ensuite dans cet état, quelle que soit la durée de l'observation. Avec une macération *bouillie* de Russule, la tyrosine ne prend jamais de coloration.

» On peut répéter ces premières expériences, soit avec du suc de Betterave cuite, soit avec de la tyrosine animale (de la corne) ou végétale (du Dahlia, de la Russule noircissante), ou bien en se servant de l'oxydase retirée de la Betterave ou du Dahlia; les résultats sont les mêmes.

» Il reste à montrer qu'on a réellement affaire à une nouvelle oxydase et non à un mélange de laccase avec une autre substance, diastasique ou non, capable de déterminer une altération de la tyrosine que la laccase seule ne pourrait produire.

» On a déjà vu que la laccase seule n'a pas d'action sur la tyrosine; elle n'en a pas davantage si on l'additionne de suc bouilli de Russule. Le nouveau facteur est donc de nature diastasique et, s'il intervient concurremment avec la laccase, il doit en précéder l'action. L'expérience suivante montre que ce facteur agit seul, qu'on a bien affaire à une oxydase particulière indépendante de la laccase.

» On aspire dans un ballon à robinet parfaitement vide, et par conséquent exempt d'oxygène, une certaine quantité de macération de Russule, puis de la tyrosine. Après avoir abandonné le tout à lui-même pendant vingt-quatre heures, on chauffe cinq minutes à $+100^{\circ}$ pour détruire toute action diastasique, et l'on ouvre le robinet. L'air rentre, mais la tyrosine reste inaltérée, même si l'on ajoute de la laccase ordinaire. Le noircissement de la tyrosine n'est donc pas dû à l'action successive de deux ferments solubles, mais seulement à la tyrosinase.

» Indépendamment de leur intérêt spécial, ces expériences montrent que la laccase n'est pas le seul ferment soluble oxydant qui existe chez les végétaux, mais qu'elle doit être regardée, au contraire, comme le type d'une série de substances analogues. C'est à cause de cela que j'ai adopté le nom générique d'*oxydase* pour désigner ces substances ([1]). »

([1]) Travail du Laboratoire de Chimie organique du Muséum.

ZOOLOGIE. — *Sur les poches buccales et les poches œsophagiennes des Prosobranches*. Note de M. **Alexandre Amaudrut**, présentée par M. Edmond Perrier.

« *Poches buccales*. — Les poches buccales existent chez tous les Diotocardes et occupent la même position que chez l'Haliotide. Elles font partie du plafond de la cavité buccale, sont placées de chaque côté de la ligne médiane, au-dessus de la partie libre de la radule. On peut les considérer comme des évaginations de la partie antérieure de deux bourrelets latéraux supérieurs de l'œsophage. Chaque poche présente, en général, deux parties, placées à la suite l'une de l'autre; la partie antérieure plus petite reçoit le canal excréteur de la glande salivaire correspondante.

» *Poches œsophagiennes*. — *Diotocardes*. — Les poches œsophagiennes existent également chez tous les Diotocardes. Elles s'étendent plus ou moins loin en arrière et commencent toujours immédiatement en arrière des poches buccales. Dans les formes primitives (Patelle, Parmophore), leur cavité communique avec la cavité œsophagienne par deux fentes limitées par quatre bourrelets, deux supérieurs et deux inférieurs, qui prennent naissance en arrière des poches buccales, au point où le plancher œsophagien se continue avec les parois du bulbe.

» Les deux bourrelets supérieurs sont toujours libres entre eux et s'étendent jusqu'à la partie postérieure des poches œsophagiennes; ordinairement, le bourrelet droit est plus fort que le gauche et se prolonge un peu plus loin en arrière. En avant, ils occupent le plafond œsophagien, mais, par suite d'un mouvement de torsion de 180° à gauche, ils se trouvent occuper en arrière la face inférieure des poches, le droit étant placé à gauche et le gauche à droite. Les deux bourrelets inférieurs se rapprochent en arrière du bulbe et se prolongent jusqu'à la partie postérieure des poches en conservant leur indépendance (Patelle, Parmophore), ou bien se réunissent en un gros bourrelet médian (Haliotide, Fissurelle, Turbo, Troque) qui se continue jusqu'à la partie postérieure des poches (Haliotide, Fissurelle, Turbo, non Troques). Dans ce cas des replis obliques dans deux directions indiquent la dualité de ce bourrelet médian. Le nerf de la chiastoneurie passe toujours de droite à gauche sur la partie antérieure des poches, et l'artère de gauche à droite sur la partie postérieure de celles-ci. Chez les formes primitives, à poches allongées, le nerf et l'artère sont éloignés, la torsion s'est produite sur une certaine longueur.

» Chez les Nérites, les Navicelles, la partie postérieure des poches ne dépasse guère le bulbe, la torsion s'est produite sur une longueur très faible; aussi trouve-t-on en arrière du bulbe, et tordus ensemble de droite à gauche : l'œsophage, le nerf de la chiastoneurie et l'aorte (glande de Bergh et Haller). L'aorte située à gauche passe sur l'œsophage en arrière du bulbe, aborde la gaine radulaire par sa face supérieure et

de même que chez des *Patelles* et Haliotides l'entoure complètement; le sang pénètre dans le bulbe avec la gaine, par l'espace laissé entre celle-ci et les parois de l'aorte qui se raccordent avec les parois du bulbe. Dans les Cyclophores l'aorte aborde la gaine par sa partie terminale repliée. Dans les Janthines, la disposition est la même avec cette différence que la gaine n'est pas repliée. Chez les Porcelanées l'aorte est déjà indépendante de la gaine et aborde le bulbe par sa face inférieure, en avant de la gaine.

» *Monotocardes à mufle contractile et non rétractile.* — Dans les formes considérées comme les plus anciennes (Cyclophore, Ampullaire, Lanistes), les poches œsophagiennes sont représentées avec tous leurs caractères et leurs rapports. Dans la Paludine vivipare, elles sont remplacées par deux séries de boursouflures blanchâtres, glandulaires, qui s'étendent assez loin en arrière et sont séparées par une ligne sombre, dirigée d'avant en arrière et de droite à gauche. Dans l'intérieur de l'œsophage existent les deux bourrelets supérieurs qui disparaissent au niveau des dernières boursouflures. Dans les genres Cyclostome, Mélanie, Cérithe, Bithynie, la partie antérieure de l'œsophage présente une dilatation dans l'intérieur de laquelle se prolongent également les deux bourrelets supérieurs.

» *Mollusques à trompe.* — Supposons que l'allongement du mufle contractile des Rostrifères, d'où résulte la trompe des Proboscidifères, ait commencé à se produire chez des formes ayant de grandes poches œsophagiennes, la partie principale, postérieure, dilatée des poches ne pourra pénétrer dans le muffle allongé et rétréci, elle restera en place, conservant ses relations avec le nerf de la chiastoneurie et l'aorte, tandis que le bulbe et la portion antérieure des poches subiront un étirement d'autant plus considérable que la trompe aura pris plus d'importance.

» *Trompe akrembolique.* — Ici la trompe est relativement courte et nous devons nous attendre à trouver un état intermédiaire entre les diotocardes et les mollusques à trompe pleurembolique. Dans les Cypræa, la portion œsophagienne comprise entre le bulbe et le jabot est courte et large; elle est rectiligne quand la trompe est évaginée et coudée sous le bulbe pendant l'invagination. Elle contient les quatre bourrelets précités, dont deux supérieurs se continuent jusqu'à la partie postérieure du jabot, tandis que les deux inférieurs sont très courts, en raison de la fusion qu'éprouvent inférieurement les poches externes transformées en un jabot que la torsion transporte du côté dorsal de l'œsophage. Dans le genre Natice (*N. monilifera*), l'œsophage, en avant du jabot, est plus long, plus grêle, les bourrelets sont plus minces; mais, au niveau du jabot, ils prennent un développement plus considérable, surtout le droit. Là ils sont superposés et divisent la cavité en deux parties : une supérieure conductrice, une inférieure glan-

dulaire, garnie de nombreux replis transversaux. Sur la face inférieure du bourrelet droit, on observe un épithélium de grandes cellules cylindriques qui se gonflent par un séjour prolongé dans l'eau et qui ne prennent pas les réactifs colorants. La partie antérieure du jabot, détachée de l'œsophage, est divisée en deux parties par une cloison musculaire qui est un indice de dualité du jabot.

» *Trombe pleurembolique.* — Le genre *Cassidaria,* intermédiaire entre les types précédents et les mollusques à grande trompe, tels que les Muricidés et Buccinidés, présente des dispositions analogues à celle des Naticulés, mais les cellules incolores font place à des replis transversaux recouverts d'un épithélium différent et la torsion de 180° n'intéresse que le jabot.

» Chez les mollusques à grande trompe (Buccinidés, Muricidés, Fasciolaridés), l'œsophage présente en avant du collier nerveux, en arrière de la gaine de la trompe une dilatation piriforme, connue sous le nom de *pharynx de Leiblein.* Chez les Murex, sa structure est la même que celle de l'œsophage des Cassidaires; sa cavité est divisée en deux parties par les bourrelets supérieurs, la partie inférieure est tapissée par les grandes cellules cylindriques. Chez les Pourpres, le bourrelet droit forme une languette saillante contournée dans l'intérieur de la poire et le bourrelet gauche disparaît.

» Je considère cet organe comme le reste d'une glande occupant primitivement toute la longueur de l'œsophage et qui, par suite des mouvements alternatifs de ce dernier dans l'intérieur de la gaine de la trompe, n'a pu subsister qu'à l'endroit de l'œsophage qui n'était plus soumis aux compressions de la gaine. La forme de l'organe, le développement exagéré du bourrelet droit et la torsion à gauche du bourrelet s'expliquent mécaniquement. Un autre reste de la glande primitive existe dans le Concholepas. C'est un renflement situé en avant du jabot et présentant la même structure que le pharynx de Leiblein. Dans le genre Murex, on rencontre, à côté de la grosse glande impaire, une petite glande dont l'épithélium est formé de grosses cellules cylindriques. Cette petite baie est également un reste de la glande primitive.

» La grosse glande impaire des Buccinidés et des Muricidés doit être considérée comme l'homologue du jabot des Cypræa et, par suite, comme représentant la partie postérieure des poches œsophagiennes. En effet, dans les Cypræa et les Natica, le jabot se détache de l'œsophage en avant, mais les bourrelets ne se prolongent pas dans la partie détachée; ils se continuent dans la région commune à l'œsophage et au jabot, jusqu'à l'endroit où cesse ce dernier. Si le jabot continue à se détacher de l'œsophage, toujours dans le même sens, il finira par donner une poche pédonculée, s'ouvran dans la partie inférieure de l'œsophage par un point et non par une fente, et précisément à l'endroit où cessent les bourrelets.

C'est ce que l'on observe chez les Concholepas, Murex, Purpura, Fasciolaria, etc. Comme toujours, en avant de ce point, passe le connectif de la chiastoneurie et en arrière l'aorte antérieure. »

BOTANIQUE. — *Observations générales sur la distribution des Algues dans le golfe de Gascogne*. Note de M. C. **Sauvageau**, présentée par M. Guignard.

« La végétation algologique des côtes sud de la Bretagne, depuis Brest jusqu'à l'embouchure de la Loire, a été étudiée par plusieurs auteurs et l'on en connaît bien le caractère. On sait aussi que celle du fond du golfe de Gascogne, à Biarritz, en est fort différente, car un bon nombre des Algues bretonnes ne s'y retrouvent plus, et son ensemble a un caractère plus méridional. Mais la côte nord de l'Espagne n'est pas assez connue pour permettre une comparaison avec les régions précédentes; on y a bien cité, dans quelques localités, certaines des espèces qui manquent à Biarritz; toutefois, rien n'indique si elles y croissent réellement ou si elles sont apportées par les courants et rejetées par le flot, et de plus, la rareté dans les herbiers des échantillons provenant de ces localités ne permet pas de vérifier l'exactitude des déterminations. Il était cependant intéressant de savoir si la végétation algologique de cette partie du golfe de Gascogne continue celle de Biarritz, ou si, au contraire, elle répète celle de la Bretagne. Encouragé par le bienveillant intérêt que l'Académie a témoigné à mes premières études sur les Algues, j'ai poursuivi, pendant l'hiver de 1894 et de juillet à novembre 1895, des recherches qui comblent en partie cette lacune.

» Les grandes Algues brunes si abondantes en Bretagne, et qui donnent à la végétation marine un aspect si particulier, ne sont plus guère représentées à Biarritz que par les *Cystosira* et le *Saccorhiza bulbosa*, qui d'ailleurs se trouve sur toute la côte; le seul *Fucus* est la variété naine ou *limitaneus* du *F. platycarpus;* à Guéthary, toutefois, les *Fucus platycarpus* et *vesiculosus* sont bien développés. Mais, dès qu'on s'éloigne du fond du golfe, ces grandes Algues deviennent si abondantes que les riverains les utilisent comme engrais. On y trouve les espèces du goëmon de Bretagne et de Normandie, que j'ai toutes recueillies en place : le *Pelvetia canaliculata,* l'*Ascophyllum nodosum,* les *Fucus platicarpus, vesiculosus* et *serratus,* l'*Himanthalia lorea,* le *Bifurcaria tuberculata,* plusieurs *Cystosira,* le *Chorda*

Filum, le *Saccorhiza bulbosa*, les *Laminaria saccharina*, *flexicaulis* et *Cloustoni*. J'ajoute que, à San Vicente de la Barquera, où le *Fucus vesiculosus* est représenté par sa forme typique et par ses variétés *axillaris*, *evesiculosus* et *lutarius*, j'ai récolté une forme probablement nouvelle, dont les frondes sont très crépues sur tout leur pourtour. Le *Fucus platycarpus*, considéré jusqu'ici comme étant toujours hermaphrodite, présente, à la Corogne, la curieuse particularité d'être tantôt hermaphrodite et tantôt unisexué.

» Le stipe des *Laminaria Cloustoni* est souvent chargé de touffes de *Rhodymenia palmata*, belle et grande Floridée, très commune dans le nord, et dont, à ma connaissance, il n'a pas été récolté d'échantillons sur les côtes de France, au sud de l'île de Ré. Dans la ria de Rivadeo, je l'ai prise en quantité sur les supports les plus variés. Sur ces mêmes stipes croissent encore le *Ptilothamnion Pluma* et le *Lithothamnion Laminariæ* qui n'étaient pas connus au sud de la Bretagne. Parmi les espèces remarquables de cette catégorie, je citerai encore le *Nitophyllum Hilliæ*, le *Delesseria sanguinea*, le *Polysiphonia fibrillosa*, le *Rhodochorton floridulum* (à Biarritz), le *Dilsea edulis* et le *Petrocelis cruenta* dont la dimension est assez grande pour attirer l'œil du botaniste.

» Dans cette rapide énumération, je laisse de côté les Algues très petites qui, pouvant avoir échappé aux collecteurs, n'ont peut-être pas une distribution géographique aussi restreinte qu'on le suppose. Toutefois, j'ai été surpris de retrouver à San Vicente le *Pilinia maritima*, qui n'a encore été signalé qu'au Groenland, au Spitzberg, à la Nouvelle-Zemble et en Norwège.

» Le *Ptilota elegans* mérite une mention spéciale en raison de son extrême abondance à Rivadeo et à La Corogne; il n'y est pas moins commun qu'en Bretagne.

» Certaines espèces, telles que l'*Halopitys pinastroides*, le *Peyssonelia squamaria*, l'*Hypnea musciformis*, le *Laminaria flexicaulis* et probablement le *L. Cloustoni* deviennent rares ou disparaissent vers l'ouest de l'Espagne. Le cap Ortegal semble former une limite marquée entre la flore septentrionale et la flore occidentale, car, deux Laminaires que je n'ai pas rencontrées à Rivadeo apparaissent à La Corogne : le *Phyllaria purpurascens*, connu seulement à Cadix, au Maroc et en Algérie, et le *Laminaria pallida*, qui y est très abondant, n'était cité qu'au Maroc, aux Canaries et au cap de Bonne-Espérance.

» Indépendamment de la constatation que j'ai pu faire de la présence d'un assez grand nombre d'espèces non encore signalées dans la région,

j'en ai rencontré plusieurs qui me semblent nouvelles, mais dont je n'ai pas achevé l'étude. J'ai, en outre, rapporté une quantité considérable de matériaux dont une partie est déjà utilisée.

» La conclusion qui semble ressortir de ces observations est que la Flore algologique du nord de l'Espagne appartient à la même région naturelle que celle de la Bretagne, et que La Corogne constitue la limite septentrionale de la Flore hispano-canarienne. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques Rudistes nouveaux de l'Urgonien* [1]. Note de M. **Victor Paquier**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Jusqu'à ce jour on a admis que les Caprotines apparaissaient seulement dans le Cénomanien. A la suite de recherches sur les Rudistes de l'Urgonien, j'ai pu m'assurer que, dès cette époque, ces formes existaient déjà. Les localités où je les ai rencontrées sont Châteauneuf du Rhône (Drôme), Donzère et le mont Granier (Isère). Enfin, dans une série de fossiles que m'avait obligeamment communiquée le chanoine J. Almera de Barcelone, j'ai reconnu des *Horiopleura* et *Polyconites Verneuili*, ou tout au moins une espèce excessivement voisine.

» Il ne saurait y avoir de doute sur le niveau stratigraphique de ces gisements; le rocher de Châteauneuf est bien certainement un pointement de calcaire urgonien. Interprété comme tel par Ch. Lory, il en présente tout à fait l'aspect et les bancs qui surmontent le calcaire à Chamidés sont identiques par leur épaisseur et la présence d'énormes silex à ceux de l'Aptien inférieur de la région delphino-provençale.

» Au-dessus se rencontrent les formations arénacées du Crétacé moyen que l'on suit jusqu'à Clansayes où elles présentent un grand développement et de nombreux fossiles. D'ailleurs, associées aux Caprotines, se rencontrent les formes suivantes :

» *Matheronia* c. f. *Virginiæ* A. Gras sp.

» *M. semirugata.* Math.

» *Janira Deshayesiana* d'Orb.

» *Lithodomus avellana* d'Orb.

» *Rhynchonella lata* Sow.

» Cette faune est franchement urgonienne, et, en l'absence de toute

---

(1) Note rédigée au laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

indication stratigraphique, elle suffirait à fixer l'âge des gisements en question.

» Le genre *Caprotina* est représenté par une valve supérieure, provenant de l'Alpette, près le mont Granier. On y reconnaît la dent antérieure arquée et située dans le prolongement de la crête myophore antérieure qui est elle-même séparée du bord cardinal par la cavité accessoire caractéristique des Caprotines. La cavité correspondant à la dent de la valve fixée est séparée par une cloison transversale destinée à l'insertion du muscle postérieur, d'une cavité accessoire représentant la plus réduite de celles qu'offrent les Caprotines dans cette région de la coquille, tandis que la plus grande, voisine du ligament, fait ici défaut. La dent postérieure est mal conservée et peu discernable.

» Dans la même localité et à Donzère, j'ai rencontré d'autres valves supérieures présentant la même disposition d'appareil cardinal, mais sans aucune trace de cavité accessoire accompagnant le muscle postérieur, qui s'insérait alors, au moins partiellement, sur la face interne du bord de la coquille. Quant à la cavité accessoire du muscle antérieur, elle est rudimentaire et parfois représentée par trois ou quatre fossettes peu profondes. Toutes ces valves supérieures sont plus ou moins renflées et pourvues d'une dépression longitudinale ventrale, leur donnant l'apparence des *Sellœa*. (Di Stefano, *Gli strati con caprotina di Termini Imerese*.)

» Par la forme de la fossette de la dent de la valve inférieure, par la section triangulaire de la dent antérieure et par l'état rudimentaire de la cavité accessoire de l'apophyse myophore antérieure, plusieurs valves présentent une analogie frappante avec les Himerœlites (*H. Ugdulenœ*), rapprochées par M. di Stefano des *Monopleura*.

» C'est également des *Sellœa* que se rapprochent les valves fixées de Châteauneuf et Donzère, à cause de leur forme allongée, de leur section quadrangulaire et surtout de leur appareil myo-cardinal. On y reconnaît la dent unique, robuste et arquée, enfermant dans sa courbure la fossette antérieure bien développée, tandis que la fossette postérieure se présente sur sa convexité et est beaucoup moins marquée. Le muscle antérieur s'insérait sur une lame myophore séparée du bord de la valve par une cavité accessoire, nettement indiquée, quoique ne s'étendant pas jusqu'autour de la dent N comme chez *Sellœa*. Enfin, l'apophyse myophore antérieure, constituée par un épaississement du test ou parfois par une sorte de lame myophore surplombant la chambre d'habitation, n'est jamais accompagnée de canaux, comme dans les formes précitées.

» En résumé, on peut dire que les Caprotinidés urgoniens, incontestablement construits sur le plan des *Sellœa*, en diffèrent par l'état rudimentaire ou nul de certains caractères, tels que l'exiguïté des cavités accessoires et l'absence de canaux, mais en représentent vraisemblablement une forme ancestrale.

» C'est à côté de *Caprotina* (*sensu lato*), qu'il convient de ranger les *Ethra*, Matheron, 1878, Rudistes urgoniens dont les deux valves sont enroulées, mais complètement inconnus, quant aux caractères internes. Sur un exemplaire d'Orgon j'ai pu préparer la valve fixée; on y reconnaît la dent unique, obsolète, limitant par sa concavité la fossette antérieure assez développée; la fossette postérieure est également bien visible et une lame myophore inclinée vers l'extérieur supporte l'impression postérieure qui est ainsi séparée du bord de la coquille par une large cavité accessoire rappelant tout à fait celle de *Caprotina*.

» Le ligament paraît avoir été externe.

» En 1889, M. F. Počta (*O. Ruditesch vymžele čeledi mlžů*, Praze) a institué le genre *Stenopleura* pour des Monopleurinés du Cénomanien de Bohême pourvus d'une large et profonde rainure ligamentaire.

» Dans l'Urgonien de Châteauneuf, j'ai pu recueillir deux spécimens d'une espèce excessivement voisine de *St. angustissima*.

» Parmi les Rudistes urgoniens de Catalogne que j'ai examinés se rencontrent quelques *Polyconites* et surtout des *Horiopleura*. Ces derniers offrent, quand les lames externes sont bien conservées, l'ornementation de *H. Lamberti*, mais l'appareil myo-cardinal en diffère par l'impression musculaire postérieure, qui, dans la valve fixée, est beaucoup moins étendue et ovale. Ils se différencient également de *H. Baylei* par la moindre dimension de la cavité accessoire du muscle postérieur de la valve libre.

» Les résultats exposés plus haut peuvent donc être formulés comme il suit :

» Les Caprotininés, les genres *Stenopleura* et *Polyconites* ont apparu dès l'Urgonien (Barrémien supérieur ou Aptien inférieur).

» Les Caprotininés y possèdent des caractères assez primitifs et leurs affinités les plus nettes sont avec les *Sellœa* de Sicile. C'est dans cette famille que prend place le genre *Ethra*. Dès l'époque de l'Urgonien, les *Horiopleura* et les *Polyconites* avaient déjà fixé leurs caractères et différaient très peu de ceux qui se montrent dans des couches rapportées actuellement à l'Albien. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques bactéries dévoniennes.* Note de M. B. **Renault**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Nos recherches sur l'ancienneté des bactéries ont établi leur existence, successivement, dans le terrain permien et houiller, dans le Culm ([1]). Cette Note a pour but de démontrer leur présence dans des couches plus anciennes encore.

» Nos études ont porté sur les préparations de la collection Unger acquises en 1864, par M. Brongniart, pour les collections de Paléontologie végétale du Muséum, et qui proviennent des rognons silico-calcaires contenus dans les schistes à cypridines dévoniens de Saalsfeld, en Thuringe.

» Les bactéries sont répandues à l'intérieur du bois plus ou moins altéré d'un grand nombre de types végétaux curieux, que renferme cette collection, tels que *Kalimma grandis, Stigmaria annularis, Aporoxylon primigenium,* etc.

» Nous ne parlerons aujourd'hui que des bactéries contenues dans ce dernier type, à cause des remarques intéressantes que leur présence suggère.

» Le genre *Aporoxylon* a été créé par Unger, sur cette observation que les trachéïdes ligneuses paraissaient dépourvues de pores; en 1885 ([2]), nous avons attribué l'absence de pores, ou de ponctuations, au mauvais état de conservation offert par ces échantillons; divers savants, MM. Stenzel, de Solms, Schenck, ont depuis reconnu la présence de ponctuations unies ou bisériées; nous-même, *sur les préparations* d'Unger, nous avons constaté l'existence de ces ornements qui sont ou bien disposés sur une seule ligne, ou bien placés en alternance sur deux ou trois rangées. Le diamètre des ponctuations est de 10^{μ}, la distance des centres de deux ponctuations voisines est à peu près de 16^{μ}, les rayons cellulaires ligneux sont simples ou composés.

» Les observations suivantes donnent l'explication de la rareté des ponctuations dont la présence avait échappé à Unger.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIX, p. 377, et t. CXX, p. 162, 217; *Bulletin de la Soc. d'Hist. nat. d'Autun,* avril et septembre 1895.

([2]) *Cours de Botanique fossile,* 4e année, p. 169.

» Sur une préparation portant le n° 9006 du catalogue et représentant une section transversale d'un bois d'*Aporoxylon primigenium,* on voit, à la place occupée *primitivement* par les parois des trachéïdes, un grand nombre de corps sphériques teintés de rouge mesurant, quand ils ne sont pas déformés, $2^{\mu},2$ à 3μ; quelquefois ils se présentent sous la forme de diplocoques; il n'est pas rare d'en trouver d'hypertrophiés ou formant des amas irréguliers résultant de leur désagrégation, souvent la membrane moyenne des trachéïdes est encore visible malgré la présence de ces micrococoques.

» Il est évident que les couches d'épaississement qui supportaient les ponctuations ayant été détruites, les trachéides, représentées seulement par leur membrane moyenne, doivent paraître sans ornements [1]. Nous avons donné le nom de *Micrococcus devonicus* A, à cette première espèce qui avait pour fonction de détruire les couches d'épaississement.

» Sur d'autres préparations moins altérées, on distingue fréquemment d'autres corps sphériques, plus petits, mesurant $0^{\mu},5$ à 1μ, rouges ou noirs, disséminés sur l'épaisseur des parois des trachéïdes, ou disposés sur la tranche des membranes moyennes, dont on peut suivre ainsi plus facilement les contours, grâce aux lignes plus foncées produites par les micrococoques; l'intérieur des trachéïdes contient quelquefois des groupes de la première espèce. Nous désignons les plus petits corps sphériques sous le nom de *Micrococcus devonicus* B, ces micrococoques s'attaquaient plus particulièrement aux membranes moyennes.

» En résumé : 1° les bactéries existent sur les végétaux en décomposition du terrain dévonien; 2° ce sont les plus anciennes que l'on connaisse; 3° le *Micrococcus devonicus* A est la cause de l'absence de ponctuations dans le genre *Aporoxylon* d'Unger; 4° le *Micrococcus devonicus* B détruisait les membranes moyennes. »

---

(1) Le genre *Aporoxylon,* fondé sur un état défectueux de conservation, ne pouvait être conservé : on a proposé celui d'*Araucarioxylon,* mais ce nom rappelle d'une manière fâcheuse le bois de végétaux vivants. Le bois des *Aporoxylon,* muni de rayons cellulaires *composés,* se rapproche davantage de celui des Cordaïdes : le nom de *Cordaixylon* serait préférable.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la photographie de la rétine*. Note de M. **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note récemment parue aux *Comptes rendus* ([1]), M. V. Guinkoff annonce qu'il s'est posé le problème de la photographie de la rétine. De nombreuses tentatives ont déjà été faites dans cette voie, et, pour ne citer que les plus importantes, je rappellerai celles de Noyes et Sinclair (1862), Roserbrugh (1864), Dor (1884), Jackmann et Werbster, Cohn, Hope (1888), Bagneris (1889), Fick, Gerloff (1891).

» La Note de M. Guinkoff m'engage à signaler, à l'Académie, le procédé que j'ai donné en 1893 ([2]) et qui m'a permis le premier, je crois, de résoudre la question dans des conditions applicables à la clinique. Cette méthode a déjà été exposée avec tous ses détails ([3]), et j'en rappellerai seulement le principe :

» Quand la pupille est dilatée, on peut éclairer le fond de l'œil et pratiquer l'examen de la rétine au moyen d'une lumière et d'une loupe; on peut donc supprimer le miroir ophtalmoscopique.

» L'observation se fait ainsi sur l'image renversée et c'est cette image que je reprends par l'objectif photographique.

» Au cours de mes recherches, il m'a paru que le temps de pose, si court fût-il, était une condition défavorable, et j'ai dû recourir à l'instantanéité au moyen d'un appareil spécial.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie seize épreuves instantanées de fonds d'yeux normaux et pathologiques obtenus par ce procédé.

» Ces photographies reproduisent l'image ophtalmologique telle qu'elle apparaît dans l'examen à l'image renversée, avec les reflets de la lentille et de la cornée.

» Un perfectionnement restait à apporter : la disparition de ces reflets qui, cependant, ne sauraient être confondus avec une lésion du fond de l'œil. J'y suis arrivé après plusieurs tentatives, grâce à un procédé nouveau

---

([1]) *Comptes rendus,* p. 1017.

([2]) *Société de Biologie,* 17 mars 1892.

([3]) *Archives d'Ophtalmologie,* août 1893. — *Association française pour l'avancement des Sciences.* Besançon; 1893.

d'éclairage, que j'ai décrit à la Société de Biologie ([1]), en même temps que je présentais les premiers résultats obtenus.

» Enfin, j'ai établi ([2]) les conditions à remplir pour accroître énormément le champ d'observation dans l'examen à l'image renversée.

» Un appareil, construit sur ces deux nouvelles données par M. Pellin et MM. Poulenc, va être terminé, et j'aurai l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie sa description et les résultats qu'il m'aura fournis.

» Je rappellerai également que j'ai donné ([3]) un procédé de mise au point automatique pour la photographie du fond de l'œil et que, dès mon premier Mémoire, j'avais signalé, en en donnant l'explication, l'innocuité absolue de l'éclair magnésique nécessaire à la prise instantanée de ces photographies ([4]). »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du foie sur l'action anticoagulante de la peptone.* Note de MM. E. **Gley** et V. **Pachon**, présentée par M. Marey.

« Après avoir trouvé que la ligature des vaisseaux lymphatiques qui sortent du foie empêche l'action anticoagulante de la peptone ([5]), nous avons été amenés à penser que cette substance ne peut exercer son effet sans l'intervention du foie. Nous nous sommes alors appliqués à vérifier cette opinion dans diverses séries de recherches.

» La seule dont nous ayons jusqu'à présent fait connaître les résultats consiste dans la détermination de l'action de la peptone après l'extirpation du foie ([6]). Cette expérience, il est vrai, est décisive : à la suite de cette opération, chez le chien, l'injection intra-veineuse d'une solution de peptone de Witte ne rend pas le sang coagulable ([7]).

([1]) *Société de Biologie,* 6 avril 1895.

([2]) *Archives d'Ophtalmologie,* avril 1895.

([3]) *Revue médicale de l'Est,* mai 1895.

([4]) *Archives d'Ophtalmologie,* août 1893, et *Revue médicale de l'Est,* 1er avril 1895.

([5]) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 389, séance du 26 août 1895. — *Archives de Physiologie,* 5e série, t. VII, p. 711; 1895.

([6]) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séance du 23 novembre 1895, p. 741.

([7]) On a objecté (*Comptes rendus,* séance du 11 mai 1896) à ces expériences que, l'extirpation du foie supprimant la circulation dans la veine porte, s'il se formait dans l'intestin, sous l'influence de la peptone, une substance anticoagulante, celle-ci

» Mais nous poursuivions en même temps d'autres recherches, relevant toutes, d'ailleurs, de la même idée. Cette idée directrice est fort simple : si notre opinion est juste, toute cause qui diminue ou supprime le fonctionnement du foie doit mettre obstacle peu ou prou à l'action de la peptone. Et c'est ce que nous avons constaté en troublant cet organe :

» 1° Par action mécanique directe; c'est la cause mise en jeu dans nos premières expériences (augmentation de pression due à la ligature des lymphatiques), sur laquelle nous nous proposons de revenir bientôt, pour répondre à quelques critiques;

» 2° Par action nerveuse directe : section des nerfs hépatiques ou lésion des centres nerveux du foie. Nous sommes en droit de constater dès à présent, sans même parler des résultats de nos recherches personnelles qui confirment ceux obtenus par Contejean, que les expériences relatées par ce dernier ([1]), et dans lesquelles ce physiologiste a vu l'injection intraveineuse de peptone rester sans effet après l'extirpation des ganglions cœliaques, chez le chien, constituent une preuve solide à l'appui de la thèse que nous soutenons;

» 3° Par actions chimiques. On peut produire des altérations profondes du foie au moyen de diverses substances toxiques, du phosphore par exemple. C'est à l'emploi de cette substance qu'il était naturel de penser d'abord. Nos expériences sur ce point ne sont pas encore terminées. Nous avons eu recours à un autre moyen de destruction chimique du foie, qui est celui indiqué, il y a quelques années, par Denys et Strubbe ([2]) : il suffit d'injecter, dans le canal cholédoque d'un chien, 50^{cc} à 70^{cc} d'une solution d'acide acétique à 2,5 pour 100 pour amener très rapidement la destruction de presque toutes les cellules hépatiques. Or, nous avons vu que, si, quinze heures environ après cette opération, on fait une injection intraveineuse de peptone à l'animal qui l'a subie, cette injection est inefficace; le sang reste parfaitement coagulable.

---

ne pourrait rentrer dans le torrent circulatoire et produire son effet sur le sang. Cette objection est sans fondement, puisque la ligature de la veine porte, comme nous nous en sommes assurés et comme Contejean l'a vu déjà (*Archives de Physiologie*, 5e série, t. VIII, p. 165; 1896), n'empêche nullement l'action anticoagulante de la peptone.

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 16 novembre 1895, p. 729. — *Archives de Physiologie*, 5e série, t. VIII, p. 159; 1896.

([2]) J. Denys et L. Strubbe : *Étude sur* l'acholie *ou* cholémie *expérimentale* (*La cellule*, t. IX, p. 447-460; 1893).

» Voici, par exemple, une expérience faite de cette façon :

» Sur un chien jeune, pesant 10^{kg}, on constate qu'une injection intra-veineuse de peptone de Witte, à la dose de $0^{gr},50$ par kilo, rend le sang complètement incoagulable; le lendemain de l'injection, les échantillons de sang, prélevés dans une artère au cours de l'expérience, sont encore liquides.

» Treize jours après, l'animal ayant été préalablement anesthésié, on fait, dans le canal cholédoque, une injection de 65^{cc} d'une solution d'acide acétique à 2,5 pour 100. Le lendemain matin, c'est-à-dire dix-sept heures après, comme l'animal paraît assez gravement malade, on pratique une injection intra-veineuse de peptone, à la même dose de $0^{gr},50$ par kilo. Le sang reste parfaitement coagulable.

» On remarquera que les expériences de cette troisième série, réalisant, en définitive, la destruction plus ou moins complète du foie, équivalent à sa suppression *in situ* et sont, par suite, à rapprocher de nos expériences antérieures d'extirpation.

» Il s'agit ici d'actions chimiques directes. On pourrait encore imaginer des actions chimiques troublant indirectement le fonctionnement du foie, par l'intermédiaire du système nerveux de cet organe. Divers essais seraient peut-être à tenter dans cette voie.

» Quoi qu'il en soit de ce dernier point, on voit dès maintenant que tout moyen qui diminue ou suspend l'activité hépatique, entrave l'action anticoagulante de la peptone.

» Reste à savoir en quoi consiste le phénomène en vertu duquel la peptone, en traversant le foie, acquiert la propriété anticoagulante. On pouvait penser que cet organe forme, aux dépens de la peptone, la substance anticoagulante dont G. Fano, Ch. Contejean, A. Ledoux ont admis l'existence pour des raisons diverses. Dans cette hypothèse, il paraissait possible de résoudre la question par deux séries d'expériences : d'une part, il fallait chercher si des extraits, préparés avec le foie de chiens ayant reçu une injection de peptone, possèdent la propriété anticoagulante; et, d'autre part, il fallait faire circuler dans le foie, séparé du corps, du sérum artificiel et peptonisé, recueillir le liquide s'écoulant des veines sus-hépatiques et voir si ce liquide rend le sang incoagulable. En ce qui concerne la première série d'expériences, nous avons fait quelques essais qui ne nous ont donné que des résultats négatifs; positifs, ces résultats auraient eu une signification importante; mais, négatifs, ils sont susceptibles, croyons-nous, de plusieurs interprétations et, par cela même, il ne nous a pas paru qu'on en pouvait tirer quelque conclusion ferme. Quant aux expériences de circulation artificielle dans le foie, nous avons l'intention de ne pas les poursuivre, puisqu'un autre physiologiste vient juste-

ment de s'en occuper ([1]) et que ses observations, encore que positives, ne prouvent pas, ce nous semble, l'existence réelle de la substance anticoagulante dont il s'agit; ses recherches montrent, en effet, non pas la réalité chimique d'une telle substance, mais seulement que le liquide sorti du foie, dans des conditions déterminées, rend le sang incoagulable ([2]). »

M. Ed. Spalikowski adresse une Note « Sur des ossements humains de l'époque gallo-romaine trouvés à Saint-Aubin-Épinay (Seine-Inférieure) ».

M. Letheule adresse une Note ayant pour titre « Durée de la révolution du sang ».

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

ERRATA.

(Séance du 11 mai 1896.)

Note de M. *Venukoff*, Recherches hydrographiques de M. Spindler, etc. :

Page 1078, ligne 7, *au lieu de* presque aussi vaste, *lisez* beaucoup plus vaste.

(Séance du 18 mai 1896.)

Note de M. *Henri Moissan*, Préparation et propriétés de l'uranium :

Page 1090, ligne 1, *au lieu de* dans un feu de bois, *lisez* dans un feu de charbon de bois.

Page 1093, ligne 11, *au lieu de* 94,48, *lisez* 99,48.

Note de M. *Charles Henry*, Sur la relation générale qui relie l'intensité, etc. :

Page 1140, ligne 23, *au lieu de* S = 1,66, *lisez* S = 15,66.

([1]) C. Delezenne (*Comptes rendus*, séance du 11 mai 1896, p. 1072).

([2]) Travail du Laboratoire de Physiologie générale, au Muséum.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUIN 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

M. le **Président** donne lecture d'une lettre qui lui a été adressée, le 29 mai, par M. *Paul Daubrée*, pour lui annoncer la mort de son père, Membre de la Section de Minéralogie, et prononce les paroles suivantes :

« Mes chers Confrères,

» Nous venons de rendre à notre vénéré Doyen de la Section de Minéralogie les derniers honneurs; dans un discours que nous avons écouté avec émotion, notre Confrère, M. Fouqué, a retracé sa vie et ses travaux; mais je crois être l'interprète de vos sentiments en donnant à notre regretté Confrère un suprême témoignage de notre douloureuse sympathie.

» Avec lui disparaît le dernier représentant de cette robuste génération de Géologues : les Cordier, les Dufrénoy, les Élie de Beaumont qui, pendant un siècle, ont illustré notre Compagnie et jeté un si vif éclat sur la Science française.

» Jusqu'au dernier jour, M. Daubrée est resté ce qu'il avait toujours

été, affable, bienveillant, simple, timide même et cependant ferme jusqu'à la raideur quand on heurtait ses convictions : jusqu'au dernier jour, il est demeuré jeune, enthousiaste, ardent malgré cette timidité native qui ajoutait un charme à la douceur de ses relations : car il était affectueux et dévoué, et tous ceux qui ont été, comme moi, honorés de son affection savent combien son dévouement était profond, ses amitiés sincères.

» M. Daubrée avait au plus haut degré le sentiment de la grandeur de cette admirable Science à laquelle il avait voué ses efforts; plus hardi que ses devanciers, il n'hésita jamais à appeler à son aide toutes les ressources de l'expérience pour accroître la force et la portée de ses démonstrations. Il cherchait, dans les phénomènes les plus divers, ce lien caché qui, malgré la dissemblance des proportions, relie les causes intimes ; il avait foi dans l'unité et la simplicité des forces de la nature aussi bien dans le domaine infiniment petit des molécules cristallines que dans l'immensité des espaces célestes.

» A la séance annuelle du 1er mars 1880, qu'il présidait, M. Daubrée, passant en revue les secours que chaque science apporte à l'œuvre commune, montrait les aperçus grandioses qui s'ouvrent à nos yeux sur la structure de l'Univers ; puis il ajoutait :

» De la sorte, s'élargissent incessamment, dans le temps comme dans l'espace, les horizons qu'embrasse la Science, en scrutant l'Univers physique ; car, tandis que l'Astronomie plonge de plus en plus profondément dans l'immensité des cieux, la Géologie remonte chaque jour davantage dans l'immensité des siècles écoulés.

» Je m'arrête sur cette belle pensée qui reflète si bien l'ardeur enthousiaste de notre cher et regretté Confrère.

» Aucune parole ne pourrait mieux exprimer les aspirations de sa vie scientifique; aucun éloge ne saurait rendre un hommage plus profond à la hauteur de ses vues et à l'étendue de son savoir. »

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture à l'Académie d'une Lettre que vient de lui adresser M. *Des Cloizeaux,* à l'occasion des obsèques de M. Daubrée :

« La Section de Minéralogie vient de rendre les derniers devoirs à son savant doyen, dont l'âge n'avait pu diminuer l'infatigable activité. Jusqu'à

la dernière maladie qui nous l'a enlevé, il a été l'un des Membres les plus assidus et les plus dévoués de l'Institut.

» Pour moi, ce n'est pas sans un profond déchirement que se brise une amitié de plus de cinquante ans. Lié avec Daubrée dès le début, en 1839, de sa carrière de professeur de Minéralogie et de Géologie à Strasbourg, nous sommes restés dans un rapport scientifique incessant.

» Après s'être livré à l'étude des minéraux des Vosges et de diverses parties de l'Allemagne, Daubrée a, l'un des premiers, en France, entrepris la reproduction synthétique des minéraux et des roches. L'augite, la topaze, l'apatite, le quartz, la cassitérite, diverses zéolithes des sources thermales, etc. lui ont ouvert la voie féconde, où ses profondes connaissances chimico-physiques ont fait marcher, avec tant de succès, la Géologie expérimentale.

» Successeur de Cordier au Muséum, il a dû s'occuper de la grande collection de roches recueillie par son devancier. Mais, l'une de ses préoccupations les plus constantes, pendant toute sa carrière, a été la description et la classification des météorites de toute espèce, dont il a rassemblé une des plus nombreuses collections et dont il a en partie éclairé l'origine jusque-là si obscure.

» Des voix plus autorisées rendront compte des nombreux travaux de Daubrée. Pour moi je ne veux aujourd'hui que dire un dernier adieu à mon vieil ami. Au revoir, mon cher Daubrée ! »

La séance est levée immédiatement en signe de deuil.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur les passages observés de Mercure sur le disque du Soleil et sur la question de l'existence des inégalités à longue période dans la longitude moyenne de la Lune, dont la cause est encore inconnue, et dans la rotation de la Terre sur son axe;* par M. S. Newcomb.

« On sait depuis longtemps que le mouvement moyen de la Lune paraît être affecté par une ou plusieurs inégalités à longue période que la théorie

n'a pu expliquer. On peut faire deux hypothèses sur la cause d'une telle inégalité : ou elle est réelle, ou elle n'est qu'apparente et provient de ce que la rotation de la Terre autour de son axe, de laquelle dépend notre mesure du temps, ne serait pas parfaitement uniforme.

» Pour décider entre ces deux hypothèses, il nous faut un troisième mouvement assez uniforme et assez rapide pour fournir une mesure du temps, exacte à quelques secondes près, pendant deux siècles. Il y a deux corps qui peuvent satisfaire à cette condition, le premier satellite de Jupiter et la planète Mercure. Les observations dudit satellite n'ont pas été discutées assez complètement pour conduire à un résultat définitif, mais les différences entre les instants observés de ses éclipses et ceux qui résultent des Tables de Delambre sont décidément moindres qu'on ne pourrait l'attendre si notre mesure du temps était affectée par des inégalités suffisamment grandes pour expliquer les déviations observées dans le mouvement de la Lune.

» J'ai discuté, il y a quatorze ans, toutes les bonnes observations des passages de Mercure sur le disque du Soleil qui avaient été faites jusque-là, en les comparant avec les Tables de Le Verrier. Depuis cette époque deux passages de plus ont été observés, et de nouvelles Tables de la planète ont été construites. Pour décider la question dont il s'agit j'ai comparé la série entière des passages observés en novembre, depuis 1677 jusqu'à 1894, avec les nouvelles Tables. J'ai omis la série de mai, parce que les passages de cette série sont moins nombreux et furent moins exactement observés avant 1753. Le Tableau suivant montre les termes et les résultats de cette comparaison. En notant les instants observés, les lettres I et E représentent le contact intérieur à l'*entrée* et à la *sortie* respectivement. A côté de chaque instant déduit de l'ensemble des observations on trouve son erreur probable. Les instants calculés sont ceux qui résultent de mes nouvelles Tables du Soleil et de Mercure.

» Les erreurs des instants calculés des Tables sont présentées en adoptant deux hypothèses : A, la rotation de la Terre sur son axe est parfaitement uniforme, et, par conséquent, notre mesure du temps est correcte; B, la théorie admise des inégalités dans la longitude moyenne de la Lune est correcte, et les différences entre cette théorie et les observations proviennent des variations dans la rotation de la Terre.

Instants observés et calculés des contacts intérieurs de Mercure avec le disque du Soleil en novembre depuis 1677 jusqu'à 1894.

Dates.			Instants observés.	Instants calculés.	Erreur des Tables. Hyp. A.	Erreur des Tables. Hyp. B.	P.
1677,	novembre	6....	$I = 21^h.34^m.1^s \pm 25^s$	$33^m.14^s$	-47^s	-14^s	0,1
»	»	7....	E = 2.47.28 ± 5	47.54	+ 26	+ 59	0,1
1697,	»	2....	E = 19.42.53 ± 15	42.28	− 25	+ 1	0,2
1723,	»	4....	I = 2.26.52 ± 5	26.44	− 8	+ 9	2.5
1736,	»	10....	I = 21.10.30 ± 10	10.21	− 9	0	0,6
»	»	10....	E = 23.48.51 ± 10	48.52	+ 1	+ 10	0,6
1743,	»	4....	I = 20.14.21 ± 6	14.21	0	+ 4	1,5
»	»	5....	E = 0.45. 5 ± 6	45. 2	− 3	+ 1	4,5
1769,	»	9....	I = 7.22.47 ± 5	22.40	− 7	− 19	2,5
»	»	9....	E = 12. 9.51 ± 12	9.50	− 1	− 13	0,5
1789,	»	5....	I = 0.53. 2 ± 4	53.12	+ 10	− 8	3,5
»	»	5....	E = 5.44.12 ± 5	44.18	+ 6	− 12	2,5
1802,	»	8....	E = 23.41. 5 ± 3	41. 9	+ 4	− 12	6,0
1822,	»	4....	I = 13. 3.42 ± 13	3.53	+ 11	+ 2	0,4
»	»	4....	E = 15.45.18 ± 5	45.11	− 7	− 16	2,5
1848,	»	8....	I = 23. 6.47 ± 3	6.54	+ 7	+ 7	6,0
»	»	9....	E = 4.28. 8 ± 12	28.15	+ 7	+ 7	0,5
1861,	»	11....	I = 17.20.16 ± 6	20.28	+ 12	+ 14	2,0
»	»	11....	E = 21.18.20 ± 4	18.31	+ 11	+ 13	4,0
1868,	»	4....	I = 17.28. 0 ± 10	28. 2	+ 2	+ 12	0,6
»	»	4....	E = 21. 0.10 ± 4	0. 5	− 5	+ 5	4,0
1881,	»	7....	I = 10.18.38 ± 3	18.32	− 6	+ 10	6,0
»	»	7....	E = 15.35.54 ± 3	35.52	− 2	+ 14	6,0
1894,	»	10....	I = 3.58. 8 ± 3	58. 2	− 6	+ 11	6,0
»	»	10....	E = 9.11.17 ± 3	11.19	+ 2	+ 19	6,0

» Une comparaison des différences résidues de l'hypothèse A avec les erreurs probables des observations montre que, bien que les résidus individuels ne soient pas, dans la plupart des cas, plus grands que l'erreur possible des observations, ces différences ont un caractère systématique qui accuse une inégalité dans la rotation de la Terre. C'est-à-dire, de 1677

jusqu'à 1769, le résidu moyen pour chaque date est constamment négatif; de 1789 jusqu'à 1848, ce résidu est constamment positif, et, pour 1881 et 1894, il est négatif. Voici, d'ailleurs, les valeurs moyennes des résidus pour ces groupes de dates :

	Résidus.
De 1677 à 1769	$-5^s,4 \pm 2^s,5$
De 1789 à 1861	$+6,4 \pm 1,5$
En 1868	$-1,5 \pm 3,5$
De 1881 à 1894	$-3,1 \pm 1,6$

» Il est au moins difficile d'admettre que ces déviations moyennes ne soient pas en grande partie réelles. En effet, la différence pour 1861 paraît elle-même presque décisive. Ainsi, on peut conclure :

» Les observations des passages de Mercure accusent nettement de petites variations dans la rotation de la Terre dont le montant intégré, pendant de longues périodes de temps, s'élève probablement à cinq, ou même à dix secondes. En particulier il semble que, entre 1769 et 1789, un ralentissement de la rotation avait lieu et que, entre 1840 et 1861, encore un autre. Vers 1862 ce ralentissement était suivi brusquement d'une accélération bien accentuée, qui a persisté peut-être jusqu'à 1870. Ce qui est remarquable, c'est que cette dernière conclusion est confirmée par le mouvement observé de la Lune, comme je l'ai fait remarquer il y a longtemps.

» Passons maintenant à l'hypothèse B. Évidemment, les différences sont bien plus grandes que les erreurs possibles des observations; mais on peut diminuer les résidus en ajoutant des corrections arbitraires au moyen mouvement de la planète. Si l'on choisit pour cette correction

$$-0^s,28(t-1838),$$

on verra que les observations sont assez bien représentées depuis 1769 jusqu'à 1894. Mais alors on trouve des résidus toujours positifs pour les huit contacts, de 1677 jusqu'à 1743, dont la valeur moyenne est environ $+30^s$. De telles erreurs ne sont pas possibles. Donc, on peut conclure avec une grande probabilité :

» Il existe actuellement dans le moyen mouvement de la Lune une ou plusieurs inégalités à longue période que la théorie n'a pu expliquer jusqu'à présent.

» Est-il possible que les déviations dont il s'agit sont produites par l'action de quelqu'une des planètes? J'ai constaté, il y a vingt ans, que les déviations depuis 1670 pouvaient être représentées par un changement empirique dans un des termes produits par l'action de Vénus, dont la valeur a été calculée par Hansen et par Delaunay. En de tels calculs, les termes de second ordre produits par l'action mutuelle de Vénus et la Terre ont été négligés. Est-il possible que ces termes puissent produire le changement observé? On ne peut répondre avec certitude qu'en faisant le calcul, et ce serait un travail presque inabordable par des méthodes connues. Par conséquent, pour résoudre la question il faut attendre le perfectionnement de la théorie des inégalités dans le mouvement de la Lune qui sont produites par l'action des planètes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les lois de l'induction. Réponse à la Note de M.* Marcel Deprez; par M. **A. Potier.**

« M. Marcel Deprez admet dans sa dernière Note : 1° que la production d'une force électromotrice dans un circuit, alors même que celui-ci est entouré de fer doux, était déjà connue; 2° que la relation entre la force électromotrice induite et la variation du flux est bien celle qui est admise aujourd'hui par tous, qu'elle est toujours vérifiée et qu'elle est, de plus, d'un usage extrêmement commode.

» Notre savant Confrère voudra sans doute bien admettre aussi que si le flux embrassé est la somme de deux parties, l'une constante, l'autre variable, on peut, dans le calcul de la force électromotrice induite, ne pas s'occuper de la première; ce qui revient à ne pas faire entrer en ligne de compte les circuits (et masses magnétiques fictives) invariablement liés au circuit induit, quand les intensités correspondantes sont invariables. Cette décomposition du flux en plusieurs termes présente le même arbitraire que la décomposition d'une force en ses composantes; mais elle n'est pas plus nouvelle.

» M. Marcel Deprez refuse, à la loi *physique* de la proportionnalité de la force électromotrice induite à la variation du flux, le caractère d'une loi fondamentale; c'est cependant la seule que l'expérience puisse contrôler; il est vrai qu'elle n'est pas une loi *élémentaire,* qu'elle ne précise pas ce que M. Marcel Deprez appelle « le siège de la force électromotrice ». Ce point n'avait pas été touché par M. Marcel Deprez dans sa première Note.

Je me suis abstenu d'en parler, aussi bien que de parler de flux *coupé* par un élément de circuit; je n'ai pas cherché à donner d'*explication* de cette loi.

» Notre savant Confrère désire éviter le retour aux actions à distance; il désire donc déduire l'état actuel d'un point du champ et des conducteurs qui s'y trouvent, de l'état immédiatement antérieur de ce point et des régions infiniment voisines, autrement dit des vitesses et de la distribution des forces dites *électrique* et *magnétique*. Aucun autre élément ne doit entrer en jeu dans une explication rationnelle, et c'est retourner aux actions à distance que de distinguer deux composantes dans une force magnétique, et de les traiter différemment suivant l'*origine* attribuée à ces composantes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acétylène sur le fer, le nickel et le cobalt réduits par l'hydrogène.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Ch. Moureu.**

« M. Berthelot a établi, le premier, que les métaux alcalins, chauffés légèrement en présence de l'acétylène, fournissaient des acétylures décomposables à froid par l'eau, avec régénération du gaz acétylène.

» En répétant la même expérience en présence du fer, M. Berthelot [1] a obtenu « une destruction rapide de l'acétylène avec formation de car- » bures empyreumatiques, de charbon et d'hydrogène, sans production » d'acétylure de fer ».

» L'existence du nickel carbonyle nous a amené à reprendre l'action de l'acétylène à froid sur certains métaux préparés dans un grand état de porosité.

» Le fer, le nickel et le cobalt ont été obtenus, par réduction, par l'hydrogène, à aussi basse température que possible; nous renvoyons, pour les précautions à prendre dans cette préparation, au Mémoire publié sur ce sujet par l'un de nous [2].

» Un appareil de Kipp, renfermant du carbure de calcium pur, préparé au four électrique, nous permettait d'avoir un dégagement régulier de gaz

---

(1) Berthelot, *Sur une nouvelle classe de radicaux métalliques composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 406).

(2) H. Moissan, *Sur les oxydes métalliques de la famille du fer* (*Annales de Chimie et de Physique*; 1880).

acétylène. Ce dernier, lavé à l'eau, passait dans un flacon rempli de glycérine anhydre, et était ensuite desséché par du chlorure de calcium et par de la potasse récemment fondue au creuset d'argent.

» Un robinet, à trois voies, permettait de faire arriver brusquement le gaz acétylène sur le métal réduit. Ce dernier était disposé dans un tube qui était rempli d'hydrogène, ou dans lequel on pouvait faire le vide.

» Dans ces conditions, aussitôt que le gaz acétylène se trouve en grand excès, au contact du métal à la température ordinaire du laboratoire, une incandescence très vive se produit; des fumées abondantes apparaissent dans le tube et viennent se condenser dans les parties froides de l'appareil. Si l'on ralentit la vitesse du courant gazeux, l'incandescence cesse pour se produire à nouveau dès qu'on l'accélère.

» Si la réduction du métal n'a pas été faite avec soin et à aussi basse température que possible, la réaction peut ne pas se produire; mais il suffit de chauffer légèrement un point quelconque du tube avec une lampe à alcool pour voir apparaître nettement le phénomène. L'incandescence se propage ensuite de proche en proche sur une longueur qui peut atteindre 15 à 20^{cm}.

» Cette incandescence ne dure pas plus de deux à trois minutes; au moment où elle se produit un abondant dépôt de charbon se forme dans le tube; l'obstruction est bientôt complète, le courant gazeux est arrêté, et les points lumineux disparaissent.

» L'expérience est surtout brillante avec le fer; mais elle se produit très nettement aussi avec le nickel et le cobalt, réduits par l'hydrogène.

» La poudre noire que l'on trouve tassée dans le tube, après l'expérience, est formée d'un carbone léger, dans lequel le métal est diffusé. Il rappelle le carbone ferrugineux étudié par Grunner [1], dans sa réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone. Ce charbon dégage de l'hydrogène et laisse un résidu noir, ferrugineux. Cette substance charbonneuse est d'autant plus riche en métal qu'elle se trouve plus près du fer réduit employé dans l'expérience.

» Les vapeurs assez denses, qui se produisent au moment de la réaction, peuvent être aisément condensées à l'aide d'un petit serpentin de verre

---

[1] GRUNNER, *Sur le dédoublement de l'oxyde de carbone sous l'action combinée du fer métallique et des oxydes de ce métal* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 8; 1872).

entouré de glace. Le liquide, ainsi obtenu, est riche en benzine, cette dernière est accompagnée de tous les carbures qui peuvent se produire dans cette réaction, et dont la formation a été magistralement étudiée par M. Berthelot.

» Enfin, nous avons étudié les gaz dégagés, et nous avons remarqué que, tant que l'incandescence ne se produit pas, l'acétylène n'est pas altéré. Il ne se forme point de produits condensables à — 23° et les propriétés du gaz ne sont en rien modifiées.

» Aussitôt que la réaction s'allume en un point, le gaz que l'on recueille est de l'hydrogène pur. Les analyses suivantes le démontrent :

	Gaz.	Après réactif cuivreux.	Acétylène pour 100.
	cc	cc	cc
Nickel	6,8	6,5	4,4
»	6,8	6,5	4,4
Cobalt	10,4	9,5	8,6
Fer	6,9	6,8	1,4
»	7,0	6,9	1,4

» Le résidu gazeux, après traitement par le sous-chlorure de cuivre, est de l'hydrogène pur. Les combustions eudiométriques, qui en ont été faites, ne nous ont donné que des quantités à peine appréciables d'acide carbonique provenant d'une petite quantité de vapeur de benzine.

» Il résulte de ces expériences que l'acétylène réagit, à la température ordinaire, sur le fer, le nickel et le cobalt réduits, en produisant un grand dégagement de chaleur. Une certaine partie de l'acétylène se transforme, conformément aux réactions pyrogénées décrites par M. Berthelot, en benzine et polymères, tandis que la majeure partie du gaz se dédouble en ses éléments : carbone et hydrogène.

» Cette réaction est due à un phénomène physique. Le fer, le nickel et le cobalt réduits sont extrêmement poreux ; ils absorbent énergiquement le gaz acétylène. Cette absorption dégage une certaine quantité de chaleur qui amène la polymérisation et finalement la décomposition de l'acétylène. Dès lors toute l'énergie qui était en réserve dans l'acétylène, composé endothermique, ainsi que l'a établi M. Berthelot, devient disponible ; l'ensemble de ces réactions produit l'incandescence, et le phénomène se continue en s'accentuant de plus en plus, jusqu'au moment où le carbone provenant de la décomposition de l'acétylène s'est accumulé dans le tube en assez grande quantité pour arrêter l'arrivée du gaz.

» Si cette interprétation est exacte, tout corps poreux, tel que le platine, par exemple, doit fournir un résultat identique. C'est, en effet, ce que nous avons pu constater.

» Le noir de platine a été préparé en réduisant le chlorure platinique par le sucre en présence d'une solution de carbonate de soude. Après lavage à l'acide chlorhydrique, puis successivement à l'eau, à l'alcool, à l'éther, il a été desséché dans le vide sulfurique.

» Ce noir de platine a été disposé dans un tube de verre de Bohême dans lequel on a fait le vide avec la trompe à mercure ([1]). Aussitôt que l'acétylène se trouve au contact du noir de platine, ce dernier devient incandescent, et la décomposition se produit comme précédemment : dépôt de carbone, formation d'hydrogène et de carbures pyrogénés.

» La mousse de platine et l'amiante platinée se conduisent de même. Si le phénomène n'apparaît pas de suite, on le provoque en chauffant légèrement.

» Ces substances essentiellement poreuses se comportent donc comme le fer, le nickel et le cobalt.

» Enfin, en diluant l'acétylène dans un gaz inerte tel que l'azote, on peut empêcher l'incandescence de se produire, mais l'absorption du gaz se fait néanmoins avec lenteur et peu à peu le métal se carbure et retient une petite quantité d'hydrogène ([2]).

» Nous n'avons pu isoler, dans ces conditions, aucun composé solide ou liquide renfermant du métal.

» *Conclusions*. — En résumé, le fer, le nickel et le cobalt pyrophoriques, c'est-à-dire réduits à aussi basse température que possible, mis en présence d'un excès d'acétylène à froid, décomposent ce gaz avec incandescence en produisant du charbon, de l'hydrogène et des carbures pyrogénés. Cette décomposition doit être attribuée à un phénomène physique; elle est due à la porosité de ces métaux. Le même phénomène peut se répéter avec la mousse de platine. »

([1]) Il est utile de chauffer ce noir dans le vide pendant dix minutes avec une lampe à alcool pour le priver de l'eau et des gaz qu'il contient. On le laisse ensuite revenir à la température ordinaire.

([2]) Le nickel réduit, soumis pendant trente minutes à l'action d'un courant très lent d'acétylène dilué, renfermait ensuite : carbone 1,26 pour 100, hydrogène 0,22.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les échanges respiratoires dans le cas de contractions musculaires provoquées électriquement chez les animaux en état d'abstinence ou nourris avec une ration riche en hydrates de carbone. Corollaires relatifs à la détermination du potentiel directement consacré au travail physiologique des muscles;* par MM. **A. Chauveau** et **F. Laulanié.**

« Il y a une telle importance, au point de vue pratique comme au point de vue purement scientifique, à être fixé sur la nature du potentiel qui fournit l'énergie nécessaire à l'exécution du travail physiologique des muscles, qu'il ne faut pas craindre de multiplier les démonstrations. Celles qui vont être données dans cette Note établissent que le travail provoqué par des excitations artificielles entraînent les mêmes conséquences que le travail naturel. De fait, dans les deux cas, le phénomène essentiel qui provoque la dépense d'énergie est toujours le même. C'est une création d'élasticité dans le muscle contracté. Ce travail ne saurait donc, *a priori*, dériver d'une source d'énergie qui ne soit pas celle où le tissu musculaire puise habituellement le potentiel qu'il consomme.

» On a cherché à s'en assurer en déterminant le quotient respiratoire dans deux conditions fondamentales : 1° chez des sujets en état d'abstinence, obligés de consommer le potentiel emmagasiné dans leur organisme ; 2° sur des sujets surabondamment nourris d'hydrates de carbone et *pouvant* ainsi emprunter directement leur potentiel énergétique à ces hydrates de carbone alimentaires, en même temps qu'à ceux qui sont déjà incorporés aux tissus.

» Les expériences ont été faites sur le chien et le lapin.

» *Méthode.* — Dans toutes ces expériences, l'activité des muscles a été sollicitée par des excitations électriques, sous forme de chocs induits jetés sur l'animal avec un rythme constant qui, le plus ordinairement, n'a pas dépassé 30 excitations par minute.

» Les deux électrodes, en forme d'aiguilles, étaient placées aux deux extrémités du corps : nuque et croupe. De cette manière, le courant intéressait la totalité de l'appareil musculaire, et chacun des chocs d'induction provoquait une secousse générale.

» C'est par la méthode de l'exploration, décrite par l'un de nous,

que les coefficients respiratoires ont été déterminés ([1]). Par l'emploi de cette méthode, chaque détermination fait connaître les caractères du chimisme respiratoire, au moment précis où elle a lieu. En sériant convenablement les déterminations, on peut donc suivre la marche des changements subis par l'intensité des combustions.

» La sériation a consisté à déterminer les coefficients respiratoires : 1° *avant* le travail; 2° *pendant* le travail et à divers moments du travail; 3° pendant la période d'inactivité immédiatement consécutive au travail, en général *après* une heure et *après* deux heures de repos.

» *Expériences sur le chien nourri habituellement de soupe au lait, mais en état d'abstinence.* — L'animal qui a servi de sujet est un petit chien épagneul, dont le poids moyen était de 3kg, 300 environ, au moment de cette série d'expériences. On a déterminé, chez cet animal, les coefficients et quotients respiratoires, dans diverses conditions d'abstinence et de travail musculaire excité électriquement. Nous ne citerons que les quotients, qui nous intéressent à peu près exclusivement dans le cas présent.

» *Expérience I.* — L'animal est à jeun depuis 24 heures.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail........	0,790
II.	Après 30 minutes de travail musculaire.............	0,943
III.	Après 1 heure » »	0,905
IV.	Après 1 heure ½ » »	0,900
V.	Après 2 heures » »	0,846
VI.	État de repos, 45 minutes après la cessation du travail..	0,789

» *Expérience II.* — L'animal est à jeun depuis six jours :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	Etat de repos, immédiatement avant le travail.......	0,750
II.	Après trente minutes de travail musculaire..........	0,819
III.	Après une heure » »	0,840
IV.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	0,687
V.	» quatre heures » .	0,756

» *Expériences III, IV, V.* — Cette série a été entreprise pour suivre les modifications que la prolongation du jeûne imprime aux échanges respiratoires, dans le cas de travail musculaire provoqué artificiellement. On a donc déterminé ces échanges après un jour, deux jours, trois jours d'abstinence. Voici les résultats :

([1]) Laulanié, *Archives de Physiologie expérimentale*, 1895.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$. 1er jour d'abstinence.	2e jour d'abstinence.	3e jour d'abstinence.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail......	0,874	0,740	0,685
II.	Après une heure de travail musculaire	0,895	0,780	0,790
III.	Après deux heures » »	0,900	0,866	0,808
IV.	Après trois heures » »	»	»	0,772
V.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	0,770	0,730	0,681
VI.	» deux heures » .	»	0,708	»

» Dans toutes ces expériences se manifestent très nettement les résultats constatés chez l'homme qui exécute du travail spontané (¹). Ainsi :

» 1° *Le quotient respiratoire s'élève pendant le travail;*

» 2° *Cette élévation s'atténue si le travail se prolonge;*

» 3° *Le repos consécutif au travail détermine toujours une chute telle du quotient respiratoire, qu'il est ramené au niveau, souvent même au-dessous, de sa valeur primitive, celle du repos précédant le travail.*

» Naturellement, ces résultats, *identiques* à ceux des expériences faites sur l'homme, possèdent une signification *identique :*

» 1° *L'accroissement du quotient respiratoire indique que le potentiel brûlé pour fournir l'énergie source du travail est un hydrate de carbone;*

» 2° *Dans l'atténuation de cet accroissement du quotient respiratoire, pendant les dernières parties de la période de travail, il faut voir l'indice d'une activité plus grande imprimée à l'oxydation rudimentaire de la graisse, pour le renforcement de la reconstitution des hydrates de carbone qui se brûlent;*

» 3° *Enfin, la chute considérable du quotient respiratoire, dans la période de repos consécutif au travail, témoigne de la continuation de cette oxydation ébauchée de la graisse alors que, le travail musculaire ayant cessé, il n'y a plus surcombustion d'hydrates de carbone du fait de l'intervention de ce travail.*

» Même dans les résultats *différentiels* qui traduisent l'influence des conditions *différentielles* introduites dans ces cinq expériences, le mécanisme de la consommation du potentiel-hydrate de carbone et de sa restitution aux dépens de la graisse se révèle nettement. Mais, pour simplifier, nous écartons provisoirement tout détail à ce sujet.

» *Expériences sur le chien en digestion d'une ration très riche en hydrates de carbone.* — Le même sujet a servi dans ces expériences. Il était, depuis

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1163 et 1169; 1896.

quinze jours, très abondamment nourri de son aliment habituel, la soupe au lait. Pendant ce temps l'animal avait augmenté de 660gr, le cinquième de son poids primitif. Les explorations du chimisme respiratoire montraient alors qu'en tout temps le quotient des échanges, très élevé, oscillait autour de l'unité, qu'il dépassait souvent (après les repas). Ce quotient dénotait donc une incessante combustion de glycose ou glycogène, accompagnée d'une active formation de graisse aux dépens des hydrates de carbone alimentaires, par le processus anaérobie bien connu. Le quotient respiratoire ne peut, en effet, s'élever jamais au-dessus de l'unité sans l'intervention de ce processus. Il y avait un grand intérêt à connaître l'influence que le travail musculaire exerce dans ce cas sur les échanges respiratoires, alors que l'organisme, en quelque sorte saturé de potentiel immédiatement disponible, n'a pas besoin d'en fabriquer aux dépens de la graisse.

» *Expérience VI.* — Cette expérience est commencée trois heures après un repas copieux de soupe au lait (600gr).

» Voici les résultats :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail........	1,033
II.	Après quarante-cinq minutes de travail musculaire...	1,017
III.	Après une heure et demie » » ...	1,044
IV.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	1,052

» *Expérience VII.* — Elle est, comme la précédente, commencée trois heures après un repas copieux de soupe au lait (600gr).

» Résultats en ce qui concerne le quotient respiratoire :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail........	1,000
II.	Après une heure de travail musculaire..............	1,042
III.	Après deux heures » »	1,008
IV.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	1,032
V.	» deux heures » .	1,017

» On est immédiatement frappé, en comparant les chiffres de ces deux expériences, du peu d'influence qu'exerce, sur le quotient respiratoire, l'introduction de la condition du travail et de la condition opposée, la cessation du travail. Plus rien, ici, qui approche de l'importance des élévations et des chutes constatées chez l'animal en état d'abstinence. Évidemment, les travaux chimiques intérieurs ne sont plus les mêmes. Or il est facile de voir que les modifications survenues dans ces travaux sont commandées par le processus de reconstitution du potentiel immédiatement disponible.

» Ce potentiel a beau se dépenser, il abonde toujours parce que le tra-

vail d'absorption intestinale l'introduit incessamment dans le torrent circulatoire. Jamais l'économie n'a besoin alors d'en fabriquer avec la graisse. Au contraire, l'organisme est comme en pléthore d'hydrates de carbone en provenance de l'appareil digestif. Ceux-ci ne peuvent plus s'accumuler en nature, ni s'employer immédiatement, même quand intervient un très actif travail musculaire. Ces hydrates de carbone alimentaires persistent alors à s'emmagasiner partiellement sous forme de graisse, comme dans l'état de repos. L'acte purement anaérobie qui opère cette transformation continue donc à dégager une notable quantité d'acide carbonique, sans absorption correspondante d'oxygène. Il est ainsi tout naturel que, dans le cas de travail musculaire, soit *pendant*, soit *après* la mise en activité des muscles, le quotient respiratoire, gardant l'empreinte qu'il reçoit de l'intervention de ce processus chimique, dépasse fort souvent l'unité.

» En somme, *dans le cas d'abstinence, le potentiel immédiatement disponible (hydrate de carbone) est fourni aux muscles par la graisse qui s'oxyde incomplètement pour se transformer en glycose ou glycogène. Mais dans le cas d'alimentation très riche en hydrates de carbone, le potentiel nécessaire au travail musculaire provient plus ou moins directement de ces hydrates de carbone alimentaires*. Nous disons *plus ou moins directement*, parce qu'il serait possible que leur incorporation préalable, sous forme de glycogène hépatique et musculaire, fût un acte nécessaire. C'est, du reste, un point qui importe peu aux solutions cherchées en ce moment [1].

» *Expériences sur le lapin en état d'abstinence.* — Celles qui ont été faites dans cette condition, facile à réaliser d'une manière sûre, donnent les résultats habituels : résultats surtout bien marqués chez les sujets à jeun au moins depuis quarante-huit heures.

» *Expérience VIII.*—Lapin privé d'aliments depuis deux jours. Il a déjà été soumis la veille à des excitations électriques. Les échanges respiratoires fournissent pour les quotients les chiffres suivants :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail........	0,750
II.	Première partie du travail musculaire...............	0,860
III.	Deuxième partie du travail musculaire..............	0,840
IV.	Troisième partie du travail musculaire...............	0,800
V.	État de repos, 1 heure après la cessation du travail....	0,740

(1) Au cours d'expériences visant un autre but, des résultats tout aussi démonstratifs, sinon plus, ont été obtenus sur l'homme soumis au travail musculaire naturel. Mais la publication de ces résultats ne sera faite qu'au moment où il sera traité des questions spéciales en vue desquelles les expériences ont été instituées.

» *Expériences sur le lapin soumis à son régime herbivore habituel.* — Les expériences avec alimentation ne peuvent pas être exécutées avec la même précision que chez le chien et ne donnent pas des résultats aussi démonstratifs. On n'est pas maître, en effet, comme avec ce dernier, des conditions dans lesquelles le sujet prend ses repas. Voici pourtant quelques exemples intéressants :

» *Expérience IX.* — Lapin nourri à discrétion.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail	0,969
II.	Après 45 minutes de travail musculaire	1,000
III.	Après 1 heure $\frac{1}{4}$ » »	0,939
IV.	Après 3 heures » »	0,939
V.	Après 3 heures $\frac{1}{2}$ » »	0,939
VI.	Après 4 heures $\frac{1}{2}$ » »	0,939
VII.	État de repos, 1 heure après la cessation du travail	0,837

» *Expérience X.* — La crèche de l'animal a été abondamment garnie la veille au soir. On constate le matin qu'il s'est fortement alimenté pendant la nuit.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail	0,972
II.	Après 30 minutes de travail musculaire	1,000
III.	Après 1 heure » »	0,979
IV.	Après 1 heure $\frac{1}{2}$ » »	1,000
V.	Après 2 heures » »	1,000
VI.	État de repos, 2 heures après la cessation du travail	0,833
VII.	» 4 heures 50 » »	0,835

» On voit, par ces exemples, que le lapin en train de s'assimiler des hydrates de carbone se comporte à peu près comme le chien, en ce sens que le travail n'accroît pas ou accroît à peine le quotient respiratoire. Mais celui-ci baisse beaucoup *après* le travail, probablement parce que la dépense d'hydrates de carbone qui s'est faite *pendant* le travail en a laissé fort peu à transformer en réserves graisseuses.

» *Expérience XI.* — Lapin nourri à discrétion; mais on ne sait pas, le matin du jour de l'expérience, si le sujet s'est alimenté pendant la nuit.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail	0,911
II.	Après 1 heure de travail musculaire	0,948
III.	Après 2 heures » »	0,924
IV.	Après 3 heures » »	0,897
V.	Après 5 heures » »	0,875
VI.	Après 6 heures » »	0,850

» Comme dans les deux expériences précédentes, le quotient respiratoire a été peu accru par le travail musculaire. Mais ce dernier a détourné à son profit une plus grande quantité des hydrates de carbone introduits par l'alimentation dans le torrent circulatoire. En effet, le quotient respiratoire baisse, pendant le travail même, au-dessous du chiffre primitif (avant le travail). Le processus anaérobie, qui transforme en graisse les hydrates de carbone alimentaires, est donc peu actif, si même le processus inverse ne commence à le remplacer. Le quotient respiratoire de l'état de repos, après le travail, aurait peut-être pu nous éclairer à ce sujet. Malheureusement les échanges gazeux, qui eussent permis de calculer ce quotient, n'ont pas été déterminés.

» En résumé, cette nouvelle série d'expériences confirme nos précédentes déterminations, *sur la nature du potentiel consacré à l'exécution du travail musculaire. Ce potentiel est toujours un hydrate de carbone : soit celui qui est emprunté aux réserves de glycogène de l'organisme ; soit celui qui provient de la transformation des réserves graisseuses ; soit enfin celui qui est fourni plus ou moins directement aux muscles par l'absorption digestive.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRAULIQUE. — *Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux.* Mémoire de M. **Bazin**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussinesq, Sarrau, Léauté.)

« Les premières expériences sur la répartition des vitesses dans l'intérieur d'un tuyau de conduite ont été entreprises par M. Darcy, en 1850, aux ateliers de Chaillot [1]. Il en déduisit la relation

$$V - v = 11,3\frac{r^{\frac{3}{2}}}{R}\sqrt{I},$$

dans laquelle V représente la vitesse maximum au centre, v la vitesse à la distance r du centre, R le rayon du tuyau et I la perte de charge par mètre courant. Si l'on divise par la vitesse moyenne U, on a, en désignant par b le coefficient $\frac{RI}{U^2}$,

$$\frac{V - v}{U} = 11,3\left(\frac{r}{R}\right)^{\frac{3}{2}}\sqrt{b},$$

---

[1] *Recueil des Savants étrangers*, t. XV.

ou simplement, en faisant, pour abréger, $\frac{V - v}{U\sqrt{b}} = y$ et $\frac{r}{R} = x$,

$$y = 11,3\,x^{\frac{3}{2}}.$$

» M. Darcy n'avait pu opérer que sur des tuyaux d'assez faible dimension, et les vitesses avaient été mesurées seulement en cinq points d'un même diamètre vertical, savoir : au centre et, de chaque côté, au tiers et aux deux tiers du rayon. Quelques années plus tard, il se proposa, dans le cours de ses recherches sur les canaux découverts, d'étudier également la répartition des vitesses dans un canal à section demi-circulaire. En réglant le débit de telle sorte que le niveau de l'eau vînt affleurer le diamètre horizontal, le canal fonctionnait comme une moitié de tuyau, et l'on pouvait, en lui donnant d'assez grandes dimensions, multiplier les points d'observation dans la région périmétrique, non explorée en 1850. Ces expériences montrèrent bientôt que la décroissance des vitesses était plus rapide en approchant de la paroi que ne l'indiquait la formule ci-dessus; elles furent interrompues par la mort prématurée qui enleva M. Darcy à la Science au commencement de l'année 1858. Après les avoir terminées dans le courant de cette même année, je fus conduit (¹) à représenter leurs résultats par une formule différente, qui, en conservant la même notation abrégée, peut s'écrire

(1) $$y = 21\,x^{3}.$$

» En présence de ces résultats contradictoires, de nouvelles expériences sur les tuyaux semblaient nécessaires; il fallait opérer sur de plus grands diamètres, et il devenait dès lors à peu près impossible de les exécuter à Paris. J'ai pu les réaliser à Dijon en utilisant la rigole qui me servait pour l'étude des déversoirs, et en charger M. Hégly, conducteur des Ponts et Chaussées, dont le dévouement et la sagacité m'ont été d'un si grand secours dans cette longue étude. Un tuyau en ciment, très lissé (où l'on avait $\sqrt{b}$ égal seulement à 0,0182), de $0^{m},80$ de diamètre et 80^{m} de longueur, recevant l'eau du canal de Bourgogne, a été établi sur le fond de la rigole. Les vitesses ont été mesurées avec un appareil analogue au tube Darcy, en trois sections distantes de 20^{m}; on a opéré en chacune d'elles avec deux débits différents, et déterminé les vitesses : au centre et à $0^{m},025$; $0^{m},05$;

(¹) *Recueil des Savants étrangers*, t. XIX.

$0^m,10$; $0^m,15$; 0^m20; $0^m,25$; $0^m,30$; $0^m,35$ et $0^m,375$ du centre. Le régime uniforme était établi dans les deux dernières sections, où le rapport $\frac{V}{U}$ avait la valeur commune 1,1675; il ne l'était pas encore dans la première, où le rapport analogue était seulement 1,12. On a pu constater, ainsi, que ni l'une ni l'autre des deux formules ci-dessus ne représente les faits dans leur ensemble. L'expression $y = 11,3x^{\frac{3}{2}}$ reste applicable tant que x est inférieur à 0,6; au delà de cette limite, la divergence s'accuse rapidement et c'est la formule $y = 21x^3$ qui doit lui être substituée; car elle représente mieux la physionomie générale du phénomène, bien qu'elle donne des valeurs un peu faibles pour y dans la région centrale, et aussi dans le voisinage immédiat de la paroi.

» En effet, les écarts observés $y - 21x^3$ ont les valeurs suivantes :

Pour $x=$	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	0,9375
» $y-21x^3=$	0,34	0,77	1,18	1,50	1,47	0,30	−0,58	0,34

» On est donc conduit à rechercher si l'on ne pourrait pas conserver cette formule, en la complétant par l'addition d'un terme correctif; on obtient une approximation satisfaisante en posant

$$y = 21x^3 + 27x^2(1 - 1,10x)^2.$$

» Mais cette expression ne s'adapte pas parfaitement à la région la plus voisine de la paroi, la valeur du terme correctif, dont la forme est trop simple, devenant alors insuffisante. Si l'on abandonne comme première approximation la formule $y = 21x^3$, en cherchant une expression empirique nettement différente, l'équation

$$y = 29,5\left[1 - \sqrt{1 - 0,95x^2}\right],$$

qui correspondrait graphiquement à un arc d'ellipse, convient mieux à la région périmétrique; on a, en effet, en faisant $x = 1$, $y = 22,9$, ce qui diffère peu de la valeur expérimentale 23,4, obtenue par extrapolation.

» On déduit de chacune des deux expressions précédentes celle du rapport $\frac{V}{U}$; elles donnent des valeurs à peu près identiques :

$$\frac{V}{U} = 1 + 9,03\sqrt{b}.$$

» La vitesse moyenne se trouve à la distance $r = 0,74R$, c'est-à-dire

sensiblement plus loin du centre que ne l'indiquait la formule $y = 11,3x^{\frac{3}{2}}$. L'expérience donnerait plutôt $r = 0,75$ R.

» La loi de variation des vitesses dans un tuyau est plus compliquée qu'on ne l'avait supposé ; la formule primitive de M. Darcy ne s'applique pas à la région périmétrique, et la seconde formule déduite des expériences sur les canaux découverts est plus conforme à l'ensemble du phénomène ; elle reste, il est vrai, un peu en défaut dans le voisinage de la paroi et aussi près du centre, où l'écoulement ne s'opère pas tout à fait de même, suivant qu'il a lieu dans un tuyau ou dans un canal découvert. Dans ce dernier cas, l'absence de pression sur la surface libre favorise, aux environs de cette surface, la production de mouvements irréguliers, qui ne permettent pas aux vitesses de décroître aussi rapidement que dans un tuyau : la différence des deux modes d'écoulement ne se manifeste toutefois que dans cette région spéciale et n'apparaît pas dans le reste de la section. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un « Enregistreur musical »*. Note de M. **A. Rivoire.**

(Renvoi au concours du prix de Mécanique.)

« Avec cet appareil, un air exécuté sur le piano est immédiatement et automatiquement transcrit sur une bande de papier sans fin, qui se déroule, à une vitesse donnée, sous le clavier, et qui, au moyen d'une clef spéciale, est lu aussi facilement que la musique écrite en caractères ordinaires.

» Le mécanisme doit offrir une grande précision. M. Rivoire se sert *d'arbres de transmission à tiges rigides,* entre les quatre-vingt-quatre notes du clavier d'un piano, qui représentent une longueur de $1^{m},17$, et son inscription mélographique est réduite à 21^{cm}, sur un papier sans fin.

» Les rouleaux de papier ont 75^{m} de long et se déroulent à la vitesse de $1^{m},25$ à la minute. Un mouvement d'horlogerie à double barillet entraîne, dans un jeu de cylindres, le papier qui se règle en même temps que les notes viennent s'inscrire, appelées par les doigts, à la hauteur et à la position qu'elles occupent dans l'échelle diatonique.

» Chacune des quatre-vingt-quatre notes du piano est munie d'un mécanisme indépendant qui lui est propre. Réunis dans une même boîte, les quatre-vingt-quatre mécanismes forment un tout complet et précis sous les doigts du musicien compositeur. »

M. **Julien Van Cleemput** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « La Biologie astrale et l'Embryogénie cosmique ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Camille Dareste**, M. **Léon Vaillant** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par suite du décès de M. *Sappey*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE. — *Densité des étoiles variables du type d'Algol.* Note de M. **Mériau**, présentée par M. Tisserand.

« Les variations d'éclat des étoiles de la classe d'Algol sont attribuées à des éclipses produites par des satellites obscurs.

» Soient m la masse de l'étoile, m' celle de son satellite, a le demi grand axe de l'orbite, T la durée de la révolution et μ une constante, on a la relation

$$T^2 = \frac{\mu a^3}{m + m'}.$$

» Soient r et r' les rayons des deux composantes supposées sphériques, d et d' leurs densités, on aura

$$T^2 = \frac{3\mu a^3}{4\pi(r^3 d + r'^3 d')}.$$

» Posons $\frac{r}{a} = n$, $\frac{r'}{a} = n'$, $\frac{3\mu}{\pi} =$ une nouvelle constante ν, on obtient

$$(1) \qquad T^2 = \frac{\nu}{4(n^3 d + n'^3 d')}.$$

» D'autre part, la densité moyenne des deux composantes est

$$D = \frac{n^3 d + n'^3 d'}{n^3 + n'^3},$$

d'où

(2) $$D = \frac{\nu}{4(n^3 + n'^3)T^2}.$$

» 1. Si l'orbite est circulaire, l'arc parcouru pendant la durée t de l'éclipse est $\frac{2\pi t}{T}$; on trouve, en désignant par i l'inclinaison,

$$n + n' = \sqrt{1 - \cos^2 \frac{\pi t}{T} \cos^2 i}.$$

Comparant à (2), il vient

(3) $$D = \frac{(n + n')^3}{4(n^3 + n'^3)} \frac{\nu}{T^2\left(1 - \cos^2 \frac{\pi t}{T} \cos^2 i\right)^{\frac{3}{2}}},$$

à cause de $(n + n')^3 \leqq 4(n^3 + n'^3)$.

» Le premier rapport de (3) a pour limites : 1, lorsque les diamètres des composantes sont égaux, et $\frac{1}{4}$ lorsque l'une des composantes se réduit à un point. Dans ce dernier cas, il n'y a pas d'éclipse.

» Lorsqu'il y a maximum, on a

$$2n = \sqrt{1 - \cos^2 \frac{\pi t}{T} \cos^2 i} \quad \text{et} \quad D = \frac{\nu}{T^2\left(1 - \cos^2 \frac{\pi t}{T} \cos^2 i\right)^{\frac{3}{2}}}.$$

Si l'inclinaison est nulle, on obtient un nouveau maximum par rapport aux diamètres et à l'inclinaison de l'orbite; on a

(4) $$2n = \sin \frac{\pi t}{T}, \qquad D_2 = \frac{\nu}{T^2 \sin^3 \frac{\pi t}{R}}.$$

» L'intensité de l'éclipse I, donnée par l'observation, est sensiblement égale au rapport de la surface éclipsée à la surface de l'étoile. Son maximum est un.

» Le diamètre du satellite, que l'on suppose au plus égal à celui de l'étoile, ne sera pas inférieur, pour une intensité observée, à la valeur fournie par la relation

$$I = \frac{n'^2}{n^2},$$

d'où

(5) $$\lim \frac{(n + n')^3}{4(n^3 + n'^3)} = \frac{\left(1 + I^{\frac{1}{2}}\right)^3}{4\left(1 + I^{\frac{3}{2}}\right)}.$$

On trouve

$$I = 1, \quad \lim = 1, \quad I = 0,5, \quad \lim = 0,95, \quad I = 0, \quad \lim = 0,25.$$

» D'autre part, la limite de l'inclinaison pour l'intensité I sera donnée, au contact des deux composantes, par la relation

$$2i + \sin 2i = (1 - I)\pi.$$

On trouve

$$\begin{array}{lll} I = 1 & i = 0 & \cos i = 1, \\ = 0,5 & i = 24^\circ 13' 8'' & \cos i = 0,912, \\ = 0 & i = 90^\circ & \cos i = 0. \end{array}$$

» L'intensité observée est, en général, supérieure ou peu inférieure à 0,5; les limites du rapport (5) et le cosinus de l'inclinaison approchent de l'unité et changent peu la densité. Ils seront le plus souvent négligeables.

» 2. Pour calculer la constante ν, on rapporte la relation (1) au Soleil et à la Terre. T est alors égal à l'année sidérale prise pour unité. On a pour le Soleil

$$n = \sin 16' 2'', \qquad d = 1,39.$$

» On néglige $n'^3 d'$ rapporté à la Terre, d'où

$$\nu = 5,56 \sin^3 16' 2'' \quad \text{et} \quad \log \nu = \bar{7},7513200.$$

» La relation (4) donne pour une étoile variable, orbite circulaire

$$T = 69^h \quad \text{et} \quad \frac{t}{T} = 0,1,$$
$$D_2 = 0,308.$$

» 3. Si l'orbite est elliptique, on a au périhélie et à l'aphélie, en écrivant $N = \frac{r + r'}{a}$,

$$\frac{\pi t}{T} = \text{arc}\left\{\cos = \pm \frac{e[(1 - e^2)\cos^2 i - N^2] \pm \sqrt{(1 - e^2)^2 \cos^2 i + (e^2 - \cos^2 i) N^2}}{(1 - e^2)\cos^2 i \pm e\sqrt{(1 - e^2)^2 \cos^2 i + (e^2 - \cos^2 i) N^2}}\right\}$$
$$\mp \frac{e}{\cos i \sqrt{1 - e^2}} \sqrt{N^2 - \frac{\sin^2 i [(1 - e^2)^2 \cos^2 i + e^2 N^2]^2}{\left[(1 - e^2)\cos^2 i \pm e\sqrt{(1 - e^2)^2 \cos^2 i + (e^2 - \cos^2 i) N^2}\right]^2}}.$$

» Les signes supérieurs correspondent au périhélie, les inférieurs à

l'aphélie. Si l'inclinaison est nulle, on a

Le milieu de l'éclipse au périhélie.... $\frac{\pi t_1}{T} = \text{arc}\left(\sin = \frac{N}{\sqrt{1-e^2}}\right) - \frac{eN}{\sqrt{1-e^2}}$

» à l'aphélie..... $\frac{\pi t_2}{T} = \text{arc}\left(\sin = \frac{N}{\sqrt{1-e^2}}\right) + \frac{eN}{\sqrt{1-e^2}}$

» Ces équations donnent N lorsqu'on connaît T, t, e, i et si les diamètres sont égaux, en substituant dans (2), on a

$$D = \frac{\nu}{N^3 T^2}.$$

» On obtient ainsi pour Algol, d'après les nombres trouvés par M. Tisserand,

$$e = 0,132, \qquad i = 3^\circ, \qquad t \text{ au périhélie} = 6^h 30',$$
$$D = 0,247.$$

» L'inclinaison de 3° correspond à l'intensité d'Algol pour les diamètres égaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières*. Note de M. **Hadamard**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Picard.)

« J'ai lu avec le plus grand intérêt la belle Communication de M. Borel et les réflexions dont vous la faites suivre. Je me permettrai de vous soumettre une remarque relative à une de ces dernières.

» Il ne me semble pas absolument improbable que la démonstration directe de votre théorème sur les fonctions entières, pris sous sa forme générale, une fois trouvée, s'étende au cas d'une fonction admettant un point essentiel. Ce qui m'incline à penser ainsi est que la démonstration que j'avais donnée précédemment s'applique à ce nouveau cas sans modification notable (moyennant, bien entendu, une restriction toute semblable à celle qui intervient pour les fonctions entières).

» Soit, en effet,

$$F(x) = \Gamma\left(\frac{1}{x}\right) + S(x) \tag{1}$$

une fonction ayant un point essentiel à l'origine, de sorte que $\Gamma(x)$ est une fonction entière et $S(x)$ une fonction développable autour de l'ori-

gine. De plus, je supposerai (et c'est là la restriction à laquelle je faisais allusion) que Γ est de genre fini λ. Cherchons si l'on peut avoir

$$F(x) = f(x) + \theta, \tag{2}$$

θ étant une constante ou, plus généralement, une fonction régulière ou n'ayant à l'origine qu'une singularité polaire, et $f(x)$ une fonction ne s'annulant point aux environs de l'origine, de sorte qu'on a

$$f(x) = x^n \varphi(x) e^{G\left(\frac{1}{x}\right)}, \tag{3}$$

où n est un entier positif, nul ou négatif, $\varphi(x)$ une fonction régulière autour de l'origine (et non nulle en ce point), et G une nouvelle fonction entière.

» Or la comparaison des relations (1), (2) et (3), jointe à ce que nous savons sur l'ordre de grandeur des fonctions de genre λ, montre que $e^{G\left(\frac{1}{x}\right)}$ augmente indéfiniment moins vite que $e^{|x|^{\lambda+\varepsilon}}$, si petit que soit ε.

» Le raisonnement qui figure dans mon Mémoire sur les fonctions entières ne reposant que sur cette seule hypothèse, nous pouvons conclure immédiatement que G est un polynome. Dès lors, il est aisé de voir que les égalités (2) et (3) ne peuvent avoir lieu que d'une seule façon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes en involution d'équations du second ordre.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Appell.

« **1.** On dit que deux équations du second ordre, à deux variables indépendantes, x et y, et à une seule fonction inconnue z, forment un *système en involution,* si les quatre équations que l'on obtient, en prenant les dérivées par rapport à x et par rapport à y, se réduisent à *trois* équations distinctes. Un système en involution admet une infinité d'intégrales, dépendant d'une fonction arbitraire. (Voir, par exemple, un Mémoire de M. Sophus Lie dans le *Bulletin de l'Académie de Leipzig,* 1893; un article de M. Weber dans les *Mathematische Annalen,* t. XLVII, et la Thèse récente de M. Beudon.)

» En me plaçant à un point de vue un peu différent, j'ai obtenu certains résultats que je me propose de résumer dans cette Note.

» **2.** Un système en involution, linéaire par rapport aux dérivées du

second ordre, est de la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} r + \lambda s + \mu = 0, \\ s + \lambda t + \nu = 0, \end{cases}$$

λ, μ, ν étant des fonctions de x, y, z, p, q, satisfaisant à deux conditions faciles à écrire. Soit

$$(2)\qquad F(x, y, z, a, b, c) = 0$$

une intégrale de ce système dépendant de trois paramètres a, b, c; l'intégrale générale est représentée par le système des deux équations

$$(3)\qquad \begin{cases} F[x, y, z, f(\alpha), \varphi(\alpha), \psi(\alpha)] = 0, \\ \dfrac{\partial F}{\partial f(\alpha)} f'(\alpha) + \dfrac{\partial F}{\partial \varphi(\alpha)} \varphi'(\alpha) + \dfrac{\partial F}{\partial \psi(\alpha)} \psi'(\alpha) = 0, \end{cases}$$

$f(\alpha)$, $\varphi(\alpha)$, $\psi(\alpha)$ étant des fonctions d'un paramètre variable α qui doivent satisfaire à une relation déterminée de la forme

$$(4)\qquad \Phi[f(\alpha), \varphi(\alpha), \psi(\alpha); f'(\alpha), \varphi'(\alpha), \psi'(\alpha)] = 0,$$

homogène en $f'(\alpha)$, $\varphi'(\alpha)$, $\psi'(\alpha)$. On sait, depuis Monge, que l'on peut trouver les expressions les plus générales des fonctions f, φ, ψ, en intégrant une équation aux dérivées partielles du premier ordre, de sorte que les formules (3) ne renfermeront plus, quand on aura remplacé f, φ, ψ par leurs expressions, qu'une fonction arbitraire et ses dérivées *en nombre fini*.

» Les systèmes linéaires en involution présentent un intérêt particulier à cause de la propriété suivante : si toutes les intégrales d'un système en involution vérifient une équation linéaire en r, s, t, $rt - s^2$, ce système est lui-même linéaire.

» 3. Un système en involution non linéaire peut toujours être ramené à la forme suivante :

$$(5)\qquad \begin{cases} r = f(x, y, z, p, q, s), \\ t = \varphi(x, y, z, p, q, s), \end{cases}$$

et les fonctions f et φ doivent satisfaire aux deux conditions

$$(6)\qquad \frac{\partial f}{\partial s}\frac{\partial \varphi}{\partial s} = 1,$$

$$(7)\qquad \frac{\partial f}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z} q + \frac{\partial f}{\partial p} s + \frac{\partial f}{\partial q} \varphi + \frac{\partial f}{\partial s}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} p + \frac{\partial \varphi}{\partial p} f + \frac{\partial \varphi}{\partial q} s\right) = 0.$$

» Regardons pour un moment (x, y, z, p, q) comme des paramètres, r, s, t comme les coordonnées d'un point; les équations (5) représentent une courbe gauche (Γ) et la relation (6) exprime que les tangentes à cette courbe gauche sont parallèles aux génératrices du cône représenté par l'équation $rt - s^2 = 0$. Soit

$$(8) \qquad r + 2sm + tm^2 + 2\psi(x, y, z, p, q, m) = 0$$

l'équation du plan osculateur à cette courbe, m étant un nouveau paramètre qui fixe la position d'un point sur (Γ); l'enveloppe de ce plan osculateur est une surface développable (Σ) qui admet la courbe (Γ) pour arête de rebroussement. Si, dans l'équation de cette surface

$$(9) \qquad F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0,$$

on attribue de nouveau aux lettres x, y, z, p, q, r, s, t le sens habituel, elle constitue une équation du second ordre (E), qui admet pour *intégrales singulières* les intégrales du système proposé (5).

» Pour que le système (5) soit en involution, la fonction $\psi(x, y, z, p, q, m)$ doit satisfaire à une condition que je ne puis reproduire ici. Cette condition exprime que l'équation (9) appartient à une classe d'équations du second ordre dont je me suis déjà occupé à diverses reprises, en particulier dans un Mémoire des *Acta mathematica* (t. XIX). J'ai montré que l'intégration d'une équation de cette espèce se ramène à l'intégration d'un système complet; l'intégrale générale est représentée par un système de formules où figurent explicitement deux fonctions arbitraires $f(a)$, $\varphi(a)$ d'un paramètre a, et leurs dérivées

$$(10) \qquad \begin{cases} \Phi[x, y, z, a, f(a), \varphi(a), \varphi'(a)] = 0, \\ \dfrac{\partial\Phi}{\partial a} = \dfrac{\partial\Phi}{\partial f(a)} f'(a) + \dfrac{\partial\Phi}{\partial\varphi(a)}\varphi'(a) + \dfrac{\partial\Phi}{\partial\varphi'(a)}\varphi''(a) = 0. \end{cases}$$

Quant à l'intégrale générale du système en involution, elle est aussi représentée par les formules (10), mais les fonctions $f(a)$ et $\varphi(a)$ doivent satisfaire à une équation de condition

$$\Psi[a, f(a), f'(a), \varphi(a), \varphi'(a), \varphi''(a)] = 0,$$

qui exprime que la surface variable $\Phi = 0$ a un contact du second ordre avec son enveloppe tout le long de la caractéristique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Picard.

« La solution de tout problème de Mécanique dans le plan, pour lequel il existe une fonction des forces, les lignes équipotentielles étant des droites d'ailleurs quelconques, se ramène, par la méthode de Jacobi, à l'intégration de l'équation différentielle du premier ordre et du second degré

$$(1)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + y^2 = f(x).$$

» La même équation se rencontre dans plusieurs problèmes importants de Mécanique et de Géométrie supérieure. Ainsi, la recherche des géodésiques des surfaces spirales, et le problème d'applicabilité de ces surfaces, l'une sur l'autre, se ramène à l'intégration de l'équation (1). Si dans (1) on change x en ω, et y en ρ, on a l'équation à laquelle on est conduit lorsqu'on cherche, en coordonnées polaires, les isométriques d'une courbe donnée par rapport à un système de droites concourantes, etc.

» Remarquons que l'équation plus générale

$$(2)\qquad \varphi(x)\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \psi(x)y\frac{dy}{dx} + \chi(x)y^2 + \theta(x) = 0$$

se ramène à la forme (1), car si l'on pose

$$u = e^{-\frac{1}{2}\int\frac{\psi}{\varphi}dx}, \qquad y = u\mathrm{Y},$$

l'équation (2) se change en

$$\varphi(x)\,u^2\left(\frac{d\mathrm{Y}}{dx}\right)^2 + \left[\varphi(x)\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \psi(x)\,u\frac{du}{dx} + \chi(x)\,u^2\right]\mathrm{Y}^2 + \theta(x) = 0,$$

et en posant

$$z = \int\frac{dx}{u}\sqrt{\frac{\varphi(x)\,u'^2 + \psi(x)\,uu' + \chi(x)\,u^2}{\varphi}},$$

l'équation prend la forme (1).

» C'est donc à cause de l'importance de l'équation (1) que la remarque suivante pourra présenter quelque intérêt. Je me propose de montrer comment cette équation se ramène elle-même à une autre qui a déjà été l'objet de travaux importants, dont les résultats deviendront ainsi applicables aux questions citées plus haut.

» L'équation (1) est satisfaite si l'on pose

$$y = \sqrt{f(x)} \sin\varphi, \qquad \frac{dy}{dx} = \sqrt{x} \cos\varphi,$$

où φ est la nouvelle fonction inconnue de x définie par l'équation différentielle

$$(3) \qquad \frac{d\varphi}{dx} = 1 - \frac{1}{2} \frac{f'(x)}{f(x)} \operatorname{tang}\varphi.$$

» En posant

$$\varphi = x + u,$$

l'équation devient

$$(4) \qquad \frac{du}{dx} = -\frac{1}{2} \frac{f'(x)}{f(x)} \operatorname{tang}(x + u),$$

et en introduisant la nouvelle variable indépendante

$$z = -\frac{1}{2} \log f(x),$$

d'où, par exemple,

$$x = \theta(z),$$

on aura

$$(5) \qquad \frac{du}{dz} = \operatorname{tang}[\theta(z) + u],$$

ou

$$\theta(z) + u = \operatorname{arc\,tang} p \qquad \text{avec} \qquad p = \frac{du}{dz}.$$

» En différentiant et en résolvant par rapport à $\frac{dp}{dz}$, on aura

$$(6) \qquad \frac{dp}{dz} = (1 + p^2)[p + \theta'(z)].$$

» Si l'on pose alors

$$p = -\frac{1}{3}\theta'(z) + X,$$

l'équation devient

$$(7) \qquad \frac{dX}{dz} = \lambda(z) + \mu(z) X + X^3$$

avec

$$\lambda(z) = \frac{1}{3}\theta''(z) + \frac{2}{3}\theta'(z) + \frac{2}{27}\theta'(z)^3,$$

$$\mu(z) = 1 - \frac{1}{3}\theta'(z)^2.$$

» Posons ensuite

$$\varphi = e^{z - \frac{1}{3}\int \theta(z)^2 dz}, \qquad X = \varphi Y,$$

on aura

$$(8) \qquad \frac{dY}{dz} = \frac{\lambda(z)}{\varphi} + \varphi^2 Y^3;$$

enfin, en posant

$$t = \int \varphi^2 dz,$$

d'où, par exemple,

$$z = \chi(t),$$

l'équation se ramène à la forme

$$(9) \qquad \frac{dY}{dt} = F(t) + Y^3.$$

» L'équation (9) a été l'objet des travaux importants de M. Roger Liouville [1] qui l'a considéré sous plusieurs points de vue et a donné plusieurs cas d'intégration, et de M. Appell [2] qui en a fait une étude approfondie. Ces résultats deviennent donc applicables aux questions de Mécanique et de Géométrie citées plus haut; on peut, par exemple, établir une théorie des invariants de l'équation (1), etc.

» Réciproquement, comme on sait déterminer complètement les géodésiques d'un nombre illimité de surfaces spirales, on aura une infinité de formes de la fonction $F(t)$ pour lesquelles on saura intégrer l'équation (9). Car, comme il est connu dans la théorie des surfaces [3], toutes les fois que l'on saura déterminer par une méthode quelconque les géodésiques d'une surface spirale, on pourra obtenir par une quadrature l'intégrale générale de l'équation correspondante (1), et, par suite, en suivant la marche que nous avons exposée, on pourra complètement intégrer l'équation correspondante (9). »

---

(1) *Comptes rendus*, 6 septembre 1886, 12 septembre 1887.

(2) *Journal de Liouville*, 4e série, V; 1889.

(3) Darboux, *Théorie des surfaces*, IIIe Partie, Livre VI.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur la rotation d'un corps variable.* Note de M. L. **Picart**, présentée par M. Tisserand.

« Les équations qui définissent la rotation des axes principaux d'un corps variable peuvent s'écrire sous la forme suivante, donnée par Liouville :

$$(1)\qquad \begin{cases} A\dfrac{dp}{dt}+(C-B)qr+p\dfrac{dA}{dt}+q\gamma-r\beta+\dfrac{d\alpha}{dt}=0, \\ B\dfrac{dq}{dt}+(A-C)rp+q\dfrac{dB}{dt}+r\alpha-p\gamma+\dfrac{d\beta}{dt}=0, \\ C\dfrac{dr}{dt}+(B-A)pq+r\dfrac{dC}{dt}+p\beta-q\alpha+\dfrac{d\gamma}{dt}=0. \end{cases}$$

» On voit, en premier lieu, qu'on peut imaginer une déformation telle que la rotation ait constamment lieu, autour d'un axe donné à l'avance, avec une vitesse constante. Si l'on veut, par exemple, que la rotation ait lieu autour de l'axe Oz avec une vitesse angulaire n, il faut et il suffit que l'on ait

$$\frac{d\alpha}{dt}-n\beta=0,\qquad \frac{d\beta}{dt}+n\alpha=0,\qquad \frac{d\gamma}{dt}+n\frac{dC}{dt}=0.$$

Ainsi la fixité de l'axe de rotation ne peut, à elle seule, prouver que la rotation se produit autour d'un axe principal.

» Plaçons-nous maintenant dans le cas d'une déformation très petite, et cherchons si l'axe de rotation peut tourner périodiquement autour de l'axe Oz, en restant au voisinage de cette droite. Nous poserons

$$A=A_1+\lambda A_2,\qquad B=B_1+\mu B_2,\qquad C=C_1+\mu C_2,$$
$$\alpha=\mu\alpha',\qquad \beta=\mu\beta',\qquad \gamma=\mu\gamma',$$

A_1, B_1, C_1 étant des constantes et μ une constante très petite. Les équations que nous obtenons en substituant dans le système (1) admettent, pour $\mu=0$, la solution

$$p=0,\qquad q=0,\qquad r=n.$$

» En appliquant la méthode donnée par M. Poincaré (*Les nouvelles Méthodes de la Mécanique céleste,* t. I, p. 156), on trouve que, pour qu'il existe, lorsque μ est très petit, une solution périodique voisine de celle-là, il est

nécessaire que l'équation en S

$$(2) \qquad S\left[S^2 + \frac{n^2(C_1 - A_1)(C_1 - B_1)}{A_1 B_1}\right] = 0$$

admette des racines imaginaires; il en sera ainsi si l'on suppose $C_1 > B_1 > A_1$.

» Il resterait à voir si cette condition est suffisante. Mais on peut affirmer de plus que, si la solution périodique existe, la durée T de la période sera donnée par l'équation

$$e^{S_1 T} = 1,$$

où S_1 désigne une des racines imaginaires de l'équation (2). Par conséquent, on aura

$$T = \frac{2\pi}{n}\sqrt{\frac{A_1 B_1}{(C_1 - A_1)(C_1 - B_1)}}.$$

» Si l'on applique ce résultat à la rotation de la Terre, on voit que *la seule période exacte qui puisse exister dans la variation du pôle à la surface du globe est la période dite eulérienne.* »

GÉODÉSIE. — *Sur l'anomalie de la pesanteur à Bordeaux.* Note de M. **J. Collet**.

« Les expériences pendulaires effectuées par le lieutenant-colonel Defforges l'ont conduit à formuler, sur la corrélation des anomalies de la pesanteur avec le relief du sol et la proximité de la mer, des règles que mes observations dans les Alpes et le long du parallèle moyen sont, en général, venues confirmer. Cependant, ces dernières observations ont révélé l'existence, dans la région bordelaise, d'une anomalie singulière, contraire à toutes les prévisions.

» En septembre 1894, j'ai trouvé, à l'observatoire de Bordeaux (altitude $73^m,6$), $g = 9^m,80611$; d'où, au niveau de la mer, $g_0 = 9^m,80628$ (densité du sol, 2).

» Cette valeur de g_0 est inférieure à la valeur théorique qui, d'après la formule de M. Defforges, serait $g_1 = 9^m,80673$.

» Ainsi, au lieu d'un excès de pesanteur que pouvait faire prévoir le voisinage de l'Océan, on constate un déficit notable de $0^m,00045$, égal à celui que j'ai obtenu à Valence, en 1893, dans cette étroite vallée du

Rhône qui traverse l'important relief continental formé par les Alpes et le Plateau central.

» Pour contrôler mon résultat, j'ai eu recours aux observations de Biot et Mathieu, faites en 1808, par les ordres du Bureau des Longitudes, à Paris et le long du parallèle moyen.

» En adoptant la valeur $g = 9^m,81000$ déterminée par M. Defforges à Paris (rez-de-chaussée de l'Observatoire), et en se servant des longueurs déterminées par Biot et Mathieu pour le pendule centésimal,

$$l = 0^m,7419012$$

à Paris (salle méridienne de l'Observatoire, 6^m au-dessus du sol),

$$l' = 0^m,7416046$$

à Bordeaux (ancien Lycée, Facultés actuelles, altitude 7^m); on trouve pour Bordeaux, au niveau de la mer, $g'_0 = 9^m,80607$, valeur qui s'approche beaucoup, et par défaut, de celle que j'ai obtenue, en accusant un déficit plus considérable encore, soit de $0^m,00066$.

» Ce résultat confirme donc l'exactitude de mes mesures; et, par suite, l'existence d'un important déficit de la pesanteur à Bordeaux doit être définitivement admise.

» C'est une anomalie spéciale, et il fallait tout d'abord rechercher les limites de la région qui en est affectée.

» A l'est de Bordeaux, on peut, pour cela, recourir encore aux observations de Biot et Mathieu qui, en 1808, ont trouvé à Figeac (altitude 225^m), pour le pendule centésimal $l = 0^m,7415603$. En opérant comme à Bordeaux, on trouve, à Figeac, pour le niveau de la mer, $g_0 = 9^m,80592$ (densité du sol, 2,6). Au même lieu, la valeur théorique serait $g_1 = 9^m,80653$, d'où un déficit de $0^m,00061$, très peu inférieur à celui que les expériences de Biot détermineraient pour Bordeaux et qui, comme précédemment, doit vraisemblablement être diminué de $0^m,00021$, et réduit à $0^m,00040$.

» Ici le résultat obtenu n'est pas contraire aux prévisions. La station de Figeac est, à une certaine altitude, sur les pentes mêmes du Plateau central et les observations ont montré que, le plus ordinairement, la perte de pesanteur correspondant à un massif continental se manifestait bien au delà des limites de ce massif. Néanmoins, cette perte de pesanteur semble, à Figeac, plus forte que celle qui correspondrait normalement à la

situation de cette ville, comme le montreront, dans une autre Communication, les déterminations faites plus avant dans le Plateau central.

» On peut donc conclure de cette analyse que l'anomalie spéciale constatée à Bordeaux se manifeste encore, bien que très atténuée, à 200^{km} à l'est de cette station.

» Du côté de l'ouest, bien que Bordeaux fût à moins de 60^{km} de l'Océan, il importait de rechercher si l'anomalie se continuerait ou si, comme c'est le cas ordinaire en s'approchant des côtes, on ne verrait pas la pesanteur augmenter, et son déficit se combler, au moins partiellement.

» Dans ce but, j'ai fait, en septembre 1895, une mesure de la gravité tout au bord de l'Océan, dans le phare même du cap Ferret, près d'Arcachon. Voici le résultat obtenu :

» A la station (altitude 6^m), $g = 9^m,80692$; au niveau de la mer, $g_0 = 9^m,80693$ (densité du sol, 2). Au même point, la valeur théorique normale est $g_1 = 9^m,80656$.

» On voit, ce qui est remarquable, que non seulement l'anomalie bordelaise ne se manifeste plus au cap Ferret, mais encore que, en ce lieu, on trouve un excès de $0^m,00037$ dans la valeur de la gravité, ce qui d'ailleurs correspond assez bien à la situation presque insulaire de la station.

» Quant à l'anomalie bordelaise, on pourrait l'attribuer à la légèreté des couches terrestres sous-jacentes. Alors, en effet, que, pour la plupart des stations où j'ai opéré jusqu'à ce jour dans les Alpes et le long du parallèle moyen, au niveau de la mer, on rencontre déjà les couches cristallophylliennes et les granites, d'une densité moyenne égale à 2,69 et d'une épaisseur inconnue, certainement considérable; à Bordeaux, au contraire, les sondages ont montré que les couches de sédiment des étages tertiaires, d'une densité au plus égale à 2, atteignaient une épaisseur dépassant 500^m. Si donc ces couches étaient remplacées par des gneiss ou des granites, la valeur de g_0 serait augmentée de l'attraction exercée par une couche de 500^m et de densité égale à 0,69, soit de $0^m,00015$, et le déficit de la gravité, ainsi réduit à 0,00030, ne laisserait pas que d'être encore important.

» Cette explication de l'anomalie qui nous occupe, bonne en partie, est donc insuffisante. Et si l'on admet, comme cela semble établi par les résultats concordants des observations, que le sous-sol de tout massif montagneux ait une constitution telle qu'il en résulte régulièrement un défaut de pesanteur au niveau de la mer, on pourrait rechercher si un défaut de pesanteur, bien constaté en plaine, ne pourrait pas s'expliquer par la disparition de massifs montagneux qui auraient été détruits dans la suite des

phénomènes orogéniques qui ont successivement modifié le relief du sol. Le problème ainsi posé relève de la Géologie; il n'est pas sans intérêt de remarquer que, du rapprochement des observations pendulaires et des données de la Géologie peuvent découler des conséquences scientifiques importantes.

Tableau résumé des observations de Bordeaux et du cap Ferret.

	T.	T—T'.	τ.	θ.	τ à 15°.	g.
Bordeaux......	0,7113374	1054	0,7114941	15°,28	0,7114923	9,80611
Cap Ferret.....	0,7113855	964	0,7115290	25°,175	0,7114629	9,80692

	Altitude.	Latitude.	Densité.	g_0.	g_1.	$g_0 - g_1$.
Bordeaux	73,6	44°.50'.18"	2	9,80628	9,80673	−0,00045
Cap Ferret...	6	44°.38'.49"	2	9,80693	8,80656	+0,00037

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la théorie des turbines, pompes et ventilateurs.* Note de M. **A. Rateau**, présentée par M. H. Léauté.

« La théorie des turbines, des pompes et des ventilateurs centrifuges est habituellemeut établie en partant du théorème des forces vives. Il est préférable de s'appuyer, comme il va être montré, sur le théorème des moments des quantités de mouvement. On parvient ainsi plus rapidement à une formule générale, dont les formules données dans les Traités ne sont que des cas particuliers; et la méthode offre l'avantage de s'appliquer aux machines telles qu'elles existent, avec toutes leurs imperfections, tandis que la première tient difficilement compte des pertes de charge par frottements, tourbillons et chocs du fluide à l'intérieur de la roue mobile.

» Supposons une roue de turbine recevant, en régime permanent, une masse totale I de fluide par seconde et appliquons-lui le théorème des moments des quantités de mouvement en prenant pour axe des moments celui de la turbine.

» Dans l'expression de ce théorème n'entrent pas, comme l'on sait, les forces intérieures au système. La formule qu'on en déduira sera donc vraie quels que soient les frottements et chocs à l'intérieur de la roue.

» Parmi les forces extérieures au système, les seules qui donnent un moment non nul sont :

» 1° Le couple résistant sur l'arbre, ou couple moteur utile donné par l'appareil; nous le désignerons par M;

» 2° Les frottements de l'arbre dans ses guides ou appuis et le frottement des joues de la turbine sur le fluide qui ne circule pas dans la roue. Ces frottements sont toujours très faibles; pour en tenir compte, nous désignerons par m le moment qu'ils produisent.

» La pesanteur donne un moment nul si l'axe est vertical, ou encore si l'admission est symétrique autour de l'axe, dans le cas où celui-ci est horizontal ; il en est de même pour les forces de pression à l'entrée et à la sortie de la roue mobile, parce que les surfaces d'égales pressions sont de révolution ou tout au moins sont festonnées autour de surfaces de révolution.

» Soient i le débit, en masse, pour un petit élément de la roue ;

» r_0 le rayon au point d'entrée dans la turbine ;

» $u_0 = \omega_0 r_0$ la vitesse d'entraînement à ce point;

» a_0 la projection, sur cette vitesse d'entraînement, de v_0 vitesse absolue du fluide à cette entrée;

» r_1, u_1, a_1, v_1 les éléments correspondants au point de sortie.

» On a, d'après le théorème des moments des quantités de mouvements,

$$M + m = \Sigma i(r_0 a_0 - r_1 a_1), \tag{1}$$

la somme s'étendant à tous les éléments de la roue.

» Cette formule fondamentale du moment moteur s'applique aussi à une partie quelconque de la roue, à la condition d'y considérer a_1 comme répondant au point de sortie de cette partie.

» Si la parenthèse est la même pour tous les éléments i du débit, comme cela a lieu dans une turbine centrifuge, la sommation ne portera que sur i et l'on aura

$$M + m = I(r_0 a_0 - r_1 a_1). \tag{2}$$

» Multiplions les deux membres par la vitesse angulaire ω, nous aurons dans le premier membre $M\omega$ et $m\omega$, qui sont la puissance utile P et la puissance perdue p par frottements externes

$$P + p = I(u_0 a_0 - u_1 a_1). \tag{3}$$

» La puissance utile P peut s'écrire gIK, K étant la partie de la chute H réellement utilisée; de même, on peut poser

$$p = gIK;$$

on a alors

$$(4) \qquad g(K + k) = u_0 a_0 - u_1 a_1.$$

» Le rendement ρ de l'appareil est égal à $\frac{K}{H}$, on a donc

$$(5) \qquad \rho = \frac{u_0 a_0 - u_1 a_1}{gH} - \varepsilon,$$

$\varepsilon = \frac{k}{H}$ étant une quantité très petite dans laquelle il conviendra de faire rentrer les fuites aux joints.

» Toutes ces formules s'appliquent aussi aux pompes et aux ventilateurs centrifuges et hélicoïdes; il suffit d'y changer les signes de M, de P et de renverser le rapport de (5), H étant alors la hauteur engendrée par l'appareil.

» Remarquons que la perte au distributeur affecte a_0 en le diminuant, tandis que la perte dans la roue affecte a_1 en l'augmentant. Si l'on sait calculer a_0 et a_1, on pourra en déduire le rendement. Les formules sont en tout cas utiles à divers point de vue, et l'on en tire d'importantes conséquences, dont quelques-unes seront indiquées dans une autre Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la molybdénite et la préparation du molybdène.* Note de M. M. GUICHARD, présentée par M. H. Moissan.

« Le minerai le plus répandu de molybdène est le sulfure MoS^2 ou *molybdénite*.

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'action de l'arc électrique sur ce sulfure, considéré jusqu'ici comme infusible et indécomposable par la chaleur.

» L'échantillon, venant de Suède, que nous avons analysé se présente en morceaux foliacés à aspect graphitique, de couleur gris violacé. Il renfermait, outre le soufre et le molybdène, un peu de fer et de silicium [1] et des traces de manganèse.

---

[1] Le fer et le silicium ont déjà été signalés dans la molybdénite par Jannasch et Warsowicz, qui l'analysaient en la grillant dans l'oxygène, et recevant l'acide sulfureux dans l'eau oxygénée (*Journ. für prakt. Chemie*, t. XLV, p. 94).

» L'odeur qui se dégage, lorsqu'on chauffe cette molybdénite, nous a conduit à rechercher le sélénium : on grille 20gr de molybdénite dans un tube traversé par un courant d'hydrogène; le soufre et le sélénium sont transformés en anhydrides sulfureux et sélénieux; dans les parties froides du tube, l'anhydride sélénieux est réduit par l'anhydride sulfureux, et il se fait un anneau rouge de sélénium; si l'on fait, en outre, passer les gaz dans l'eau, il s'y produit un précipité rouge de sélénium. La quantité de sélénium contenue dans la molybdénite est trop faible pour y être dosée.

» Voici la composition moyenne de cet échantillon de molybdénite :

Mo	59,5	60,05
S	39,07	38,8
Fe	0,9	0,6
Si	0,4	

» Pour faire cette analyse, on attaque la molybdénite par l'azotate de potassium fondu, en évitant d'élever la température, car la réaction devient facilement incandescente. Après attaque, on dissout dans l'eau, on évapore à sec en présence d'acide chlorhydrique puis on reprend par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique qui laisse la silice. Dans la liqueur, on précipite le fer par l'ammoniaque, puis le soufre par le chlorure de baryum. Pour doser le molybdène, après attaque par l'azotate de potassium, on dissout dans l'eau et l'on précipite soit par l'azotate mercureux, soit plus simplement par l'acétate de plomb [1].

» On peut aussi griller la molybdénite dans un tube traversé par un courant d'oxygène; l'acide molybdique se sublime dans le tube et il reste un résidu de fer et de silice; on dissout l'acide molybdique dans l'ammoniaque, on évapore le molybdate d'ammoniaque à sec, et on le décompose par une légère calcination à une température inférieure au rouge naissant. Il est très facile de décomposer le molybdate complètement sans volatiliser d'acide molybdique; le molybdène est ainsi dosé à l'état d'acide molybdique MoO^3.

» *Action de la chaleur sur la molybdénite.* — Lorsqu'on chauffe la molybdénite dans un tube de charbon au four électrique de M. Moissan, avec un arc de 350 ampères et 60 volts, il se produit déjà un dégagement de soufre et d'anhydride sulfureux, et les morceaux de molybdénite perdent leur brillant; quelques-uns présentent des traces de fusion.

» Avec un arc de 900 à 950 ampères et 50 à 55 volts, en deux minutes, la molybdénite fond en conservant grossièrement la forme des morceaux; elle se décompose en dégageant un peu d'anhydride sélénieux, du sulfure de carbone, du soufre, qui brûle en partie. En cassant la masse agglomérée, on y trouve des cavités tapissées de cristaux en aiguilles.

---

(1) CHATARD, *Deutsch. chemisch. Gesellschaft*, t. IV, p. 280; n° 5.

» Dans les mêmes conditions, en chauffant trois minutes, la décomposition est presque complète, le métal produit renferme encore du soufre.

» Enfin, en cinq minutes, le métal produit se sature de carbone et la totalité du soufre disparaît; la fonte obtenue ne renferme plus que du molybdène, du fer et du carbone; l'analyse donne les chiffres suivants pour 100 :

Mo............	91,3	91,8		
Fe............	2,1	2,1		
C total.........	7,2	6,64	Graphite..........	1,09

» Pour faire cette analyse, on peut, soit employer la méthode dont s'est servi M. Moissan (1), soit brûler simplement la fonte dans un courant d'oxygène et recueillir l'acide carbonique dans un tube à potasse pesé. L'acide molybdique sublimé est dissous dans l'ammoniaqué, puis dosé par l'un des procédés indiqués plus haut. Le fer reste sous forme d'oxyde dans la nacelle où se trouvait la fonte. Le graphite se dose en attaquant la fonte par l'acide azotique; il reste insoluble et on le pèse sur filtre taré.

» Il est donc facile d'obtenir, par l'action de la chaleur de l'arc sur la molybdénite, une fonte de molybdène exempte de soufre. Cette préparation très simple pourra peut-être présenter quelque intérêt pour la fabrication des aciers au molybdène et aussi pour l'emploi de ce métal dans le traitement du fer au convertisseur Bessemer. M. Moissan a montré que le molybdène aurait sur le manganèse l'avantage de donner un oxyde volatil et de ne pas modifier sensiblement les propriétés du fer (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les méthylamines.* Note de M. **Delépine.**

« Dans une précédente Note, j'ai indiqué comment on pouvait séparer les méthylamines. Ayant eu des produits purs, j'ai cherché à trouver quelques caractères distinctifs entre les trois amines.

» *Chlorhydrates.* — Celui de monométhylamine s'est présenté avec les caractères antérieurement signalés : aspect nacré, point de fusion mal défini vers 210°. Le chlorhydrate de diméthylamine se présente en longs prismes occupant toute la largeur du cristallisoir : il fond nettement à 171° (n. corr.) en un liquide incolore qui ne bout que beaucoup plus haut. Le chlorhydrate de triméthylamine fond vers 271°-275° (n. corr.) pour se

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1320.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

mettre à bouillonner aussitôt; cette température de fusion, très proche de celle de sa décomposition (280°), est de 60° supérieure à celle indiquée dernièrement par MM. Cambier et Brochet ([1]).

» Ces chlorhydrates sont très solubles et très déliquescents, surtout celui de diméthylamine, et ne peuvent être que très difficilement utilisés pour identifier les méthylamines.

» *Picrates.* — Au contraire, les picrates sont peu solubles, non déliquescents et possèdent des points de fusion assez nets.

» Les picrates de monométhylamine et de diméthylamine peuvent s'obtenir directement des combinaisons méthyliques correspondantes, par saturation au moyen de l'acide picrique et évaporation spontanée. L'acide picrique déplace l'aldéhyde formique qui se dissipe peu à peu au cours de l'évaporation.

» Le picrate de monométhylamine se dépose alors sous forme de gros cristaux orthorhombiques, solubles à 11°, dans 75 parties d'eau, et fondant à 207° (n. corr.) en un liquide rouge qui ne tarde pas à bouillonner. Le picrate de diméthylamine fond beaucoup plus bas, sans aucune décomposition, à 155°-156° (n. corr.). Il est un peu plus soluble (dans 56 parties d'eau); il se présente en brillants cristaux rhombiques aplatis. Le picrate de triméthylamine forme de petites aiguilles, fusibles à 216° (n. corr.) en un liquide rouge; il se dissout dans 77 parties d'eau, à 11°. La coloration de ces trois sels est différente; le sel de la monoamine est jaune orangé, celui de triméthylamine est jaune citron et celui de diméthylamine présente une coloration intermédiaire. Leur composition est : 1^{mol} d'amine pour 1^{mol} d'acide picrique.

» *Action de l'iode ioduré.* — On sait qu'en solution caustique on obtient, avec les deux amines primaire et secondaire, les dérivés substitués CH^3AzI^2 et $(CH^3)^2AzI$. La triméthylamine m'a donné un produit d'addition $(CH^3)^3AzI^2$, sous forme de poudre jaunâtre fusible à 66° en un liquide noir sans éclat. Cette substance se forme si facilement que la liqueur surnageante est totalement décolorée; chauffée avec de l'eau ou de l'alcool elle se dissout et, par concentration, on obtient de larges cristaux d'iodhydrate de triméthylamine, fusibles vers 260° en un liquide rouge, altéré.

» Si, au lieu de méthylamines caustiques, on emploie des solutions de sels de méthylamines, l'addition d'iode ioduré ne produit de précipité net et caractéristique qu'avec le sel de triméthylamine; ce précipité, vert, cris-

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 533, 3e série.

tallisé, déjà mentionné par M. J. Weiss (1), a la composition $(CH^3)^3 AzIHI^4$. Il fond nettement à 65°, en un liquide mordoré. Le chlorhydrate de diméthylamine en solution concentrée, donne un sel de même aspect, mais beaucoup plus soluble.

» *Action du réactif de Nessler.* — Ce réactif donne, avec la diméthylamine et la triméthylamine, un précipité blanc que l'addition d'eau fait disparaître. Par contre, il donne, avec la monométhylamine, un précipité jaune clair qui se forme avec une grande sensibilité et qui ne se redissout ni dans un excès d'eau, ni dans un excès de réactif; l'acide sulfurique le dissout à chaud et la liqueur, diluée, le laisse réapparaître si la chauffe a été de courte durée. Il noircit facilement à la lumière. Les analyses lui assignent la formule

$$Az^2 \left\{ \begin{array}{l} (CH^3)^2, \\ (HgI)^3 + H^2O, \\ Hg\frac{1}{2}. \end{array} \right.$$

» On voit donc nettement la méthylamine se rapprocher ici de l'ammoniaque, mais la couleur du précipité permet une distinction. J'ai cru devoir indiquer cet ensemble de caractères qui permettra très rapidement d'identifier une méthylamine, surtout si l'on y joint le point de fusion du picrate facile à préparer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydates de phénylhydrazine.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. A. Gautier.

« L'action de la phénylhydrazine sur les aldéhydes a été étudiée, dès 1884, par M. Fischer (2). De cette étude il résulte qu'aldéhydes et cétones à fonction simple de la série grasse donnent des combinaisons huileuses et incristallisables, tandis que les mêmes dérivés de la série aromatique conduisent à des composés définis et analysables auxquels on a donné le nom d'*hydrazones*.

» L'analogie qui existe entre les aldéhydes, à quelque série qu'ils appartiennent, a conduit à représenter la réaction par la même équation. C'est ainsi que le composé liquide, obtenu par M. Fischer, dans l'action de l'al-

---

(1) *Lieb. Ann. Ch.*, t. CCLXVII, p. 257.

(2) *Berichte der deuts. chem. Gesel.*, t. XVII.

déhyde éthylique sur la phénylhydrazine, est connu sous le nom d'*éthylidène-phénylhydrazone*, $CH^3-CH=Az-AzH-C^6H^5$.

» Sans vouloir mettre en doute l'existence de semblables dérivés, nous nous proposons de montrer qu'ils ne sont pas les seuls composés résultant de l'action des aldéhydes sur la phénylhydrazine. Aussi bien ce travail représentera le développement de faits signalés dans une Note antérieure (¹).

» Toutefois, avant d'aborder la préparation des aldéhydates de phénylhydrazine, nous indiquerons celle du réactif qui permet de les obtenir.

» *Préparation du réactif.* — Dans 500^{cc} d'alcool on dissout 100^{gr} d'acide tartrique, puis on ajoute 50^{gr} de phénylhydrazine; après vingt-quatre heures de repos, dans un lieu frais, il s'est formé une abondante cristallisation de bitartrate de phénylhydrazine retenant la presque totalité du liquide; on égoutte celui-ci, on détache les cristaux, on les comprime entre des doubles de papier joseph, on les lave à l'éther pur et sec, distillé sur le sodium jusqu'à ce qu'il soit incolore ou à peine teinté en jaune. Le bitartrate de phénylhydrazine forme alors une masse cristalline blanche, il retient de l'acide tartrique libre et se conserve très bien sous une couche d'éther sec.

» Pour s'en servir, on jette tout ou partie du magma cristallin dans un entonnoir, on essore à la trompe : il suffit ensuite de l'exposer quelque temps à l'air, pour le priver d'éther et l'avoir dans un état de pureté convenable.

» Aldéhydate de diphénylhydrazine : $CH^3-CHO.2(AzH^2-AzH-C^6H^5)$. — Le réactif étant préparé, on en pèse 50^{gr}, on les dissout dans 250^{cc} d'eau distillée; d'autre part, on pèse 10^{gr} d'aldéhyde auxquels on ajoute 90^{gr} d'eau, cette solution est versée dans la première; du mélange résulte un liquide laiteux d'où ne tardent pas à se séparer des cristaux; après quarante-huit heures de repos, et alors que la cristallisation est presque terminée, ceux-ci sont séparés, essorés, lavés avec un filet d'eau, séchés sur du papier joseph, à l'air et à l'abri de la lumière, enfin purifiés comme il suit : 50^{cc} d'un mélange d'alcool et d'éther sec sont saturés d'aldéhydate en s'aidant d'une douce chaleur, 40° environ; on évapore, il se dépose bientôt des cristaux blancs et nacrés, on les sépare, on les lave avec une petite quantité d'éther et on les sèche à l'air et dans l'obscurité.

» L'aldéhydate de diphénylhydrazine forme des cristaux blancs, brillants, fusibles à 77°,5. Au contact de l'air, ils jaunissent et se décomposent; la même décomposition se produit en flacon fermé, et les parois se recouvrent

(¹) *Comptes rendus*, 27 avril 1896.

de gouttelettes brunes. Sous ce rapport, il rappelle l'aldéhydate d'ammoniaque et les combinaisons ammoniacales des phénols. Il est soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, insoluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante. Une solution alcoolique étendue d'aldéhydate, additionnée d'eau, chauffée à l'ébullition et filtrée, abandonne des lamelles blanches, fusibles à 77°, stables en présence de l'eau, très altérables dès qu'elles en sont séparées, tombant en déliquium au bout de quelques jours.

» *Composition*. — A l'analyse, l'aldéhydate donne les nombres qui s'accordent avec la formule ci-dessus indiquée.

» *Constitution*. — 5^{cc} d'aldéhydate sont introduits dans un ballon et distillés avec de l'acide sulfurique étendu; les vapeurs, reçues dans un tube d'essai contenant de la liqueur de Fehling, provoquent une abondante réduction, comme le fait l'aldéhyde ordinaire. Une autre portion, distillée avec de l'eau de baryte, cède de la phénylhydrazine.

» Toute interprétation de ces faits différente de celle d'une combinaison moléculaire nous paraît difficile à admettre. La formule que nous proposons est d'accord non seulement avec le mode de dédoublement, mais aussi avec les données analytiques.

» Benzylate de diphénylhydrazine : $C^6H^5-CHO,2(AzH^2-AzH-C^6H^5)$. — A 100^{cc} d'alcool concentré on ajoute 10^{gr} d'aldéhyde benzoïque; après dissolution, on étend à 1^{lit} avec de l'eau distillée, on agite, on laisse au contact quelques heures, et l'on filtre sur un filtre mouillé. Le filtratum est versé, par petites portions, dans une solution de bitartrate de phénylhydrazine, tenant 25^{gr} de ce sel au litre. Il se fait un précipité blanc floconneux qui se réunit au fond du vase en quelques jours; on le sépare, on le lave, on l'essore, et on le sèche à l'air dans un lieu obscur. Pour le purifier, il suffit de le faire cristalliser dans l'alcool bouillant additionné d'un peu de noir.

» Ainsi obtenu, le benzylate de diphénylhydrazine est en longues aiguilles blanches, jaunissant légèrement à l'air, fusibles à 154°. Il est insoluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante d'où il se dépose par refroidissement en aiguilles microscopiques; l'alcool et l'éther le dissolvent aussi à froid, mais mieux à l'ébullition.

» *Composition*. — Soumis à l'analyse, il a donné des nombres qui s'accordent avec la formule ci-dessus.

» *Constitution*. — Elle a été établie comme celle du dérivé éthylique. Lorsque l'on fait agir l'acide sulfurique étendu sur le benzylate de diphé-

nylhydrazine et que l'on chauffe, on perçoit d'abord une forte odeur d'amandes amères, puis le col du ballon se tapisse de cristaux d'acide benzoïque. La présence d'un métal, le zinc et mieux l'aluminium, en provoquant un dégagement gazeux qui entraîne les vapeurs d'aldéhyde, permet de condenser un liquide laiteux, contenant de l'essence d'amandes amères; soumis à un traitement à l'eau de baryte, il abandonne facilement la phénylhydrazine.

» Quoique le point de fusion du benzylate de diphénylhydrazine (154°) soit très voisin de celui du benzylidène-phénylhydrazine (152°,6), décrit par M. Fischer, nous ne pensons pas qu'il y ait lieu de confondre les deux dérivés. Non seulement la facilité du dédoublement s'accorderait peu avec la formule d'une hydrazone, mais encore les données analytiques ne concorderaient pas. En effet, le benzylidène-phénylhydrazone contient 13 pour 100 d'azote, tandis que le benzylate de phénylhydrazine en renferme 17,3 pour 100. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Pierres céramiques obtenues par la dévitrification du verre*. Note de M. GARCHEY. (Extrait.)

« Les verres qui se dévitrifient le plus facilement sont ceux qui contiennent en excès des bases terreuses, telles que chaux, alumine, magnésie, etc.

» Les verres à bouteilles surtout et à vitres sont dans ce cas.

» On les trouve à l'état de déchets en quantité illimitée.

» Je les réduis en poussière, et, si je le désire, je puis obtenir des variétés de teinte en les mélangeant; c'est ainsi que je puis combiner des verres à vitres avec des verres à bouteilles.

» Je dispose ensuite ces verres dans un moule métallique et je les passe successivement à deux fours pour les faire dévitrifier.

» Le premier four sert à réchauffer progressivement la matière, de façon que toutes les parties soient autant que possible également dévitrifiées.

» Les moules restent environ une heure dans ce four de réchauffement; les molécules de verre, réduites à un état de division extrême par suite de leur état pulvérulent, subissent isolément l'action dévitrifiante de la chaleur, et cela très rapidement, puisque chacune d'elles subit le phénomène séparément. En même temps, elles se ramollissent, se soudent entre elles et arrivent à former une matière pâteuse très consistante.

» A ce moment, les moules sont retirés du four de réchauffement et introduits dans un four à haute température où ils ne séjournent que quelques minutes seulement.

» Cette seconde opération a surtout pour but de compléter la dévitrification des molécules de verre qui auraient échappé à ce phénomène et de rendre la matière plus malléable afin d'être estampée facilement.

» Je retire alors mon moule de ce second four, et je le passe sous la presse. La matière à l'état pâteux se laisse modeler et découper facilement.

» Cette opération d'estampage a, en outre, pour propriété de refroidir la pièce fabriquée et lui donner assez de consistance pour qu'aucune déformation ne soit à redouter par la suite. Au moyen de ce procédé, j'obtiens à volonté des pièces appareillées et moulurées, ayant absolument l'aspect de la pierre de taille, à des prix de revient très réduits.

» J'ai désigné ces divers produits sous le titre générique de *Pierres céramiques*. En tenant compte de leur inaltérabilité absolue, il est aisé de comprendre que l'architecture a trouvé là un élément nouveau des plus intéressants. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence de certains agents pathologiques sur les propriétés bactéricides du sang.* Note de M. **E.-S. London**, présentée par M. Marey.

« Sur l'invitation de M. S.-M. Loukianow, j'ai entrepris, dans le laboratoire de Pathologie générale qu'il dirige à l'Institut impérial de Médecine expérimentale (Saint-Pétersbourg), une série d'études sur les propriétés bactéricides du sang. En raison de l'étendue du programme tracé, mon travail pourra demander quelques mois encore; mais, comme une partie de ma tâche est achevée et que les résultats obtenus par moi ne sont pas dépourvus d'importance, il m'a paru possible de publier, dès à présent, en traits généraux, les matériaux que j'ai recueillis. Le compte rendu détaillé de mes expériences paraîtra ultérieurement dans les *Archives des Sciences biologiques* que publie l'Institut.

» Voici comment j'ai procédé dans mes études sur les propriétés bactéricides du sang. Je prenais à une artère et versais dans une fiole d'Erlenmeyer stérilisée une petite quantité de sang que je dépouillais de sa fibrine; le sérum, teint en rouge, était transvasé dans un tube à réaction également stérilisé; ce sérum était ensuite ensemencé au moyen d'une certaine quan-

tité de culture fraîche (douze à seize heures) de bacilles du charbon sur agar-agar; enfin, de temps en temps, je prenais une goutte de ce sérum et je l'ensemençais sur gélatine dans des capsules de Petri.

» Tous les animaux qui ont servi à mes expériences et au contrôle furent gardés, au préalable, pendant deux ou trois semaines, dans le laboratoire. Les animaux de contrôle étaient, autant que possible, semblables aux animaux d'expérience.

» I. *Influence du jeûne.* — Mes observations ont porté sur 19 pigeons dont 4 furent privés de toute nourriture solide et liquide, 3 furent mis à la demi-ration, 3 à un quart de ration et 3 à un huitième de ration; les 6 autres sujets eurent des pois et de l'eau discrétion. Toutes les fois qu'on diminua la ration journalière, on ne se borna pas à réduire la quantité de nourriture solide; on supprima, dans la même proportion, la ration d'eau. La ration journalière normale était fixée chaque fois pour chaque expérience respective. Le sang destiné aux études était tiré après que le corps des animaux avait perdu 8-20 pour 100 de son poids. Certains pigeons, après avoir été soumis au jeûne, furent nourris de nouveau copieusement. Quand ils eurent recouvré leur poids primitif, on procéda de nouveau à l'examen des propriétés bactéricides de leur sang. Il y a eu quatre pigeons de cette dernière catégorie. Un des sujets soumis à la demi-ration recevait, après son jeûne, la nourriture à discrétion; ensuite il fut soumis au jeûne absolu.

» *Résultats.* — Sauf un pigeon dont le sang conserva ses propriétés bactéricides, tant sous le régime de la demi-ration que sous celui du jeûne absolu, le sang de tous les autres animaux en inanition perdit, en partie ou en totalité, ses propriétés bactéricides; les animaux de contrôle conservèrent, au degré habituel, les propriétés bactéricides de leur sang; il en est de même pour les pigeons qui, après avoir été soumis au jeûne, ont été nourris copieusement.

» Je ne crois pas inutile d'ajouter que, en ce qui concerne le jeûne absolu, on possède les données fournies par Boccardi et Bakunin qui témoignent dans le même sens que mes expériences.

» II. *Influence de la respiration gênée.* — Les observations ont porté sur 15 lapins, dont 8 d'expérience et 7 de contrôle. Conditions de l'expérience : l'animal est attaché et subit la trachéotomie; le tube en caoutchouc adapté à la trachée est comprimé graduellement au moyen d'une serre-fine; au bout d'une heure à une heure un quart il se produit une cyanose accentuée qu'accompagnent, de temps à autre, des convulsions; l'expérience prend fin avant la mort du sujet; on prélève le sang avant d'enlever la serre-fine. L'animal de contrôle a été également attaché à la table d'opération sur laquelle il est gardé pendant la durée de l'expérience; il lui a été pratiqué également une incision au cou, mais il n'a pas subi la trachéotomie.

» *Résultats.* — Les propriétés bactéricides du sang chez l'animal soumis à la suffocation disparaissent ou sont sensiblement diminuées; elles demeurent en l'état habituel chez les animaux de contrôle.

» III. *Influence de l'excitation des nerfs sensibles.* — Les observations portent sur 15 lapins, dont 8 d'expérience et 7 de contrôle.

» Conditions de l'expérience : l'animal est attaché à la table d'opération, le dos en dessus; on met à découvert le nerf sciatique et on le lie; le bout central de ce nerf est excité au moyen d'un courant intermittent, une heure trente minutes à deux heures trente minutes durant (les pauses étant de trois à quatre minutes). L'animal de contrôle est maintenu attaché sur la table d'opération pendant la durée de l'expérience; il lui est fait la même blessure, mais le nerf n'est ni lié, ni soumis à l'action du courant.

» *Résultats.* — Chez un des animaux d'expérience, les propriétés bactéricides du sang ont disparu; chez les autres, elles sont plus ou moins affaiblies; le sang des animaux de contrôle a gardé ses propriétés bactéricides à l'état habituel.

» IV. *Influence de l'état urémique.* — Les observations ont porté sur 7 lapins, dont 4 d'expérience et 3 de contrôle. Conditions de l'expérience : l'animal est attaché sur la table d'opération, le ventre en l'air; faible anesthésie à chloroforme; les deux uretères sont liés près de la vessie; le sang destiné à l'étude est pris le deuxième ou le troisième jour, et, si l'animal survit, également le quatrième jour; on mesure la température du corps et l'on suit les variations du poids du sujet qui n'est privé ni d'aliments, ni d'eau. Les animaux de contrôle sont gardés dans des conditions normales; il leur est fait de petites saignées en même temps qu'aux animaux d'expérience.

» *Résultats.* — Dans le début, les propriétés bactéricides du sang des animaux d'expérience sont intactes; puis, au fur et à mesure du développement de l'état urémique (abaissement de la température, etc.), ces propriétés diminuent et peuvent, enfin, disparaître tout à fait (on a pu constater ce dernier phénomène chez un animal dont le sang a été prélevé et examiné peu de temps avant sa mort); chez les animaux de contrôle les propriétés bactéricides du sang demeurent à l'état normal.

» V, VI, VII. On a expérimenté, en outre, l'influence de *la narcose chloroformique aiguë* (quarante-cinq minutes à une heure quinze minutes de durée) et d'un *refroidissement* de courte durée, abaissant la température du corps jusqu'à 30°-20° C. (bain froid de cinq à dix minutes). Ces expériences ont été faites sur 5 et 4 lapins avec 3 et 4 sujets de contrôle. Résultats négatifs. L'influence de *l'obscurité*, étudiée sur 6 lapins avec 4 sujets de contrôle, ne se manifesta que par des résultats indécis. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la lenteur de la coagulation normale du sang chez les oiseaux*. Note de M. C. DELEZENNE.

« S'il est une notion qui paraît bien établie en Physiologie, c'est celle de la rapidité avec laquelle se coagule le sang des oiseaux. Tous les Ouvrages qui traitent de la question, tous les auteurs qui s'en sont particulièrement occupés sont d'accord sur ce point; d'ailleurs, c'est un fait d'observation banale que le sang qui s'écoule au niveau d'une plaie ou celui qui est recueilli dans un vase après décapitation d'un oiseau se prend presque immédiatement en masse.

» Au cours d'autres recherches, j'ai été amené à reprendre systématiquement l'étude de la coagulation du sang des oiseaux. Dans ce but, j'ai réalisé les conditions expérimentales, où l'on se place d'ordinaire pour étudier la coagulation du sang chez les mammifères; une canule [1] introduite dans un vaisseau, carotide, humérale ou jugulaire, permet de recevoir directement le sang dans un verre à expérience ou un tube à réaction. J'ai opéré successivement sur la poule, le pigeon, le canard, la dinde et l'oie.

» Les résultats obtenus sont en contradiction formelle avec l'opinion généralement admise. Chez tous les animaux sur lesquels j'ai opéré *la coagulation s'est toujours faite avec une extrême lenteur.*

» Dans tous les cas, le sang est resté parfaitement liquide deux heures au moins; le plus souvent la coagulation n'a commencé qu'au bout de quatre à six heures.

» Ce qui démontre bien que chez les oiseaux la coagulation se fait très lentement, c'est que les globules ont le temps de se déposer et que la séparation des éléments figurés et du plasma est toujours des plus nettes. « Chez quelques animaux dont le sang ne se coagule que lentement, le » cheval, par exemple, dit Milne-Edwards, il se forme presque toujours une » épaisse couche de couenne; tandis que chez ceux dont le sang se prend » en masse très vite, comme cela s'observe chez les oiseaux, l'existencc » d'une portion incolore du caillot n'a pas été observée. » Or, il suffit de recueillir un échantillon de sang d'oiseau dans les conditions où je me suis placé, pour observer la formation d'une épaisse couche de plasma parfai-

---

[1] J'employais d'ordinaire chez les petits oiseaux une canule salivaire de très faible calibre.

tement limpide, surnageant au-dessus des globules qui se tassent dans la partie inférieure du vase où l'on a reçu le sang.

» Le plasma apparaît presque aussitôt après la prise de sang et augmente progressivement si ce dernier a été recueilli dans de bonnes conditions et s'il a été placé à l'abri des corps étrangers, poussières de l'air ou autres. Après agitation, les globules se déposent à nouveau et le plasma réapparaît. La quantité de plasma formée peut varier dans des limites assez étendues; il n'est pas rare d'en observer une quantité égale à la moitié ou même aux $\frac{3}{5}$ de la masse totale du sang.

» Dès que la coagulation apparaît, elle se continue lentement et progressivement suivant un processus sur lequel j'aurai l'occasion de revenir. Je me contenterai de signaler : que plasma et globules se coagulent séparément; lorsque la masse totale est prise, elle forme un bloc solide, résistant, n'expulsant pas de sérum, bloc dont la partie inférieure rouge vif contient uniquement les globules, tandis que la partie supérieure d'un aspect blanchâtre et gélatineux correspond au plasma.

» Les résultats que je viens de rapporter ne peuvent, cependant, infirmer ce fait d'observation vulgaire que le sang des oiseaux recueilli au niveau d'une plaie ou par décapitation se coagule presque instantanément.

» Il nous restait donc à déterminer le pourquoi de cette apparente contradiction. Les expériences suivantes vont nous éclairer à ce sujet :

» Il suffit de recevoir dans un verre du sang pris directement dans un vaisseau au moyen d'une canule, mais ayant coulé sur la surface naturelle d'un muscle, pour observer une coagulation immédiate. L'addition au sang d'une goutte de liquide obtenu par expression d'un tissu, le simple attouchement des parois du verre avec un morceau de muscle, donnent les mêmes résultats.

» On pourrait supposer que les tissus ou les liquides qui en dérivent n'agissent pour précipiter la coagulation qu'en tant que corps étrangers quelconques. Je me suis assuré qu'il n'en est pas ainsi : si l'on répète, en effet, les expériences précédentes avec des tissus ou des liquides ayant été soumis à une température voisine de 100°, la coagulation se fait normalement, c'est-à-dire avec une très grande lenteur.

» Ces expériences permettent de conclure : 1° que le principe coagulant contenu normalement dans les tissus (fibrinogène de Wooldrige, nucléalbumines, etc.) possède chez les oiseaux une très grande activité; 2° que c'est à ce principe, entraîné mécaniquement par le sang qui lave les tissus, qu'il faut rapporter la rapidité de la coagulation du sang chez les oiseaux

lorsque ce dernier est recueilli au niveau d'une plaie ou par décapitation.

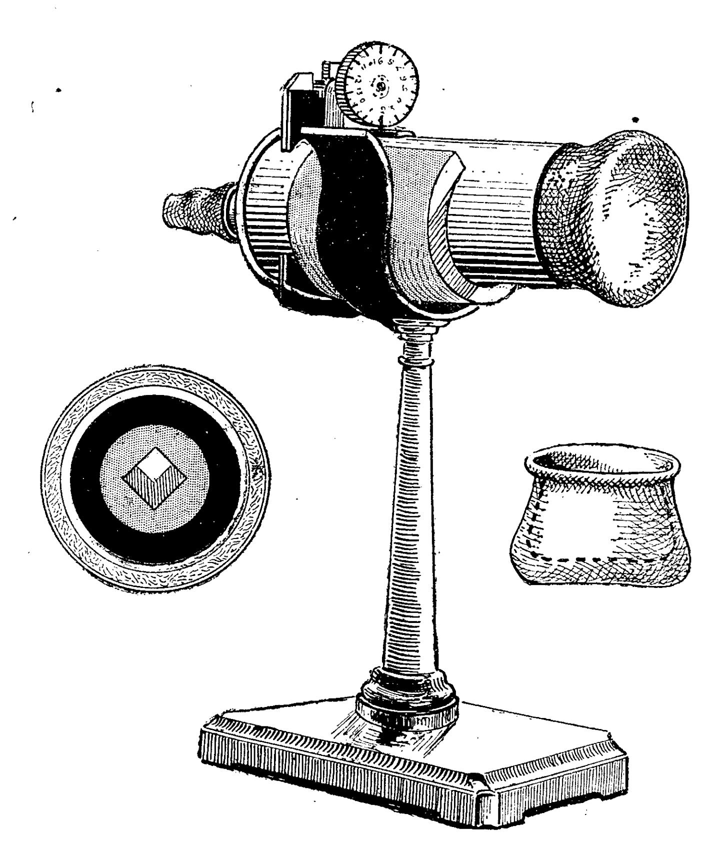
» Outre l'intérêt que présentent en eux-mêmes les faits signalés dans ce travail, je crois qu'ils donnent matière à quelques expériences de cours très simples et très démonstratives. D'autre part, la propriété que possède le sang des oiseaux de se coaguler très lentement pourra être utilisée pour la préparation d'un plasma naturel, sans qu'il soit besoin pour cela d'avoir recours aux artifices habituellement employés (refroidissement, centrifugation, sels neutres, etc.). Ce plasma est généralement stable pendant un temps suffisamment long pour qu'il soit possible de le soumettre à toutes les recherches chimiques (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouvel audiomètre et sur la relation générale entre l'intensité sonore et les degrés successifs de la sensation.* Note de M. **Charles Henry.**

« On a exploré la sensibilité auditive, en cherchant la plus grande distance à laquelle on doit placer une source sonore d'intensité faible pour produire une sensation minima : ce procédé est peu précis, car les moindres sons accidentels étrangers viennent s'ajouter à la source et perturber l'observation. Quand on canalise le son dans un tube de caoutchouc, les résultats sont meilleurs; mais, pour obtenir des intensités variant dans des limites un peu considérables, il faut des distances assez considérables qu'il devient peu commode de faire varier. Pour obvier à ces inconvénients, on a fondé plusieurs audiomètres sur les variations que subit l'intensité d'un son transmis à un téléphone par une bobine induite lorsqu'on fait varier la position de cette bobine par rapport à deux bobines inductrices à fils enroulés en sens contraire l'un de l'autre ; mais ce sont là des appareils d'un maniement délicat, qui sont loin de fournir un étalon sonore rigoureusement comparable à lui-même à cause des variations d'énergie de la pile. Poursuivant le problème général de la relation qui lie à l'excitation les degrés successifs de la sensation, j'ai été conduit à faire construire un instrument nouveau, que j'ai fondé sur le principe, bien connu en Optique, mais inappliqué jusqu'ici en Acoustique, de la diaphragmation : l'intensité du son qui passe par un diaphragme pratiqué dans une cloison est proportionnelle à la surface de ce diaphragme.

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

» L'audiomètre, que M. Radiguet a construit sur mes indications, est un tube de cuivre de $0^{m},13$ de long, de $0^{m},05$ de diamètre, tapissé intérieurement, depuis le diaphragme jusqu'à $0^{m},02$ en avant de l'ouverture antérieure, d'un tube de carton de $0^{m},032$ de diamètre entouré de ouate; on peut faire varier l'ouverture du diaphragme en agissant sur un pignon multiplicateur par un bouton gradué qui tourne en face d'une aiguille fixe indiquant le côté du carré de l'ouverture en dixièmes de millimètre. L'instrument est terminé, du côté de l'oreille, par un bouchon de cuivre traversé en son centre par un petit tube, entouré de caoutchouc, qu'on introduit dans l'oreille; l'autre extrémité du tube est coiffée d'un chapeau de caoutchouc, destiné



à contenir une montre, et auquel on a fait deux fonds, séparés par une tranche d'air, afin d'empêcher le son de parvenir à l'oreille par l'air extérieur. Nous interposons entre la source sonore et le diaphragme le nombre de matelas de ouate nécessaire pour que le minimum perceptible corresponde à la plus petite ouverture du diaphragme et aussi des disques d'ébonite percés d'ouvertures circulaires variant de $0^{m},001$ à $0^{m},004$ de rayon, afin d'obtenir avec la même source des intensités variant dans le rapport de 1 à 16. Nous avons pu ainsi poursuivre le problème de la relation entre l'excitation et la sensation dans des limites d'intensité de 1 à 13000, limites

qu'il eût été facile d'ailleurs de dépasser en enlevant tout disque d'ébonite, et en tenant compte du coefficient d'absorption sonore de cette matière.

» Nos observations sont bien représentées, *en moyenne*, par l'équation

$$S = K(1 - e^{-\lambda i^m}), \tag{1}$$

dans laquelle $K = 1000$, $m = 0,30953$, $\lambda = 0,0021816$, $e = 2,71828$; S représente les numéros d'ordre successifs de la sensation et i les ouvertures du diaphragme. La valeur de K la plus convenable ayant été déterminée par des essais préalables, les paramètres m et λ ont été calculés avec les deux systèmes de valeurs $\left\{ \begin{matrix} i_1 = 20 \\ S_1 = 5,5 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} i_2 = 5000 \\ S_2 = 30 \end{matrix} \right\}$. L'application de la formule (1) conduit aux vérifications suivantes :

i.	S calculé.	S observé.	*i.*	S calculé.	S observé.
10	4,49	4	1000	18,34	17
100	9,033	8	10000	37	36,3

» C'est l'équation qui avec d'autres paramètres convient au lavis et à la sensation lumineuse [1] : on doit remarquer qu'il y a entre les valeurs du paramètre caractéristique m une différence notable : tandis que m est plus grand que 1 pour le lavis, il est plus petit que 1 en Acoustique et en Optique dans le cas de la vision d'objets lumineux sur fond noir : de là une conséquence curieuse. Si l'on différentie (1), on a

$$\frac{dS}{di} = K\lambda m e^{-\lambda i^m} i^{m-1}. \tag{2}$$

» Quand i est très petit, $e^{-\lambda i^m}$ tend vers l'unité, mais suivant qu'on a $m > 1$ ou $m < 1$, le terme i^{m-1} est petit ou énorme ; ce dernier cas est celui de l'Acoustique et de l'Optique, dans le cas des objets lumineux sur fond noir; et en effet les excitations insensibles ont une influence considérable sur la sensibilité lumineuse et sur la sensibilité auditive ; cette influence est plus grande pour la première que pour la deuxième : c'est ce que nous apprend la formule (2); au contraire, dans le cas du lavis, d'après cette même formule, l'influence du noir absolu sur la sensibilité doit être nulle : ce à quoi l'on pouvait s'attendre *a priori*.

» Une application de la relation (1) peut être faite à la détermination rapide et approchée des vitesses variables (entre une certaine valeur et zéro) d'un moteur, en particulier d'une toupie tournant sur coussinets fixes, si l'on admet que l'intensité sonore est proportionnelle au carré de la vitesse ; on compte facilement les différents numéros d'ordre de la sensation correspondant aux décroissances de la vitesse; connaissant, ce qui

---

[1] *Comptes rendus*, 27 avril et 18 mai.

est toujours facile par l'œil, même sans appareils, la vitesse faible qui correspond au minimum perceptible sonore, nous avons constaté qu'on peut retrouver ainsi assez approximativement la vitesse maxima et les vitesses intermédiaires d'une toupie de type gyroscopique.

» Il est facile avec l'audiomètre de déterminer, quand les intensités sont faibles, l'intensité relative I' d'une source sonore par rapport à un étalon I; en appelant respectivement σ, σ' les surfaces du diaphragme nécessaires à la production du minimum perceptible (très net et très constant par le grand silence de la nuit), quand la source est respectivement I et I', on a: $I' = I\frac{\sigma}{\sigma'}$.

» On peut déterminer par les variations d'ouverture du diaphragme nécessaires au minimum perceptible, étant donnés une même source et successivement des écrans de diverses matières, le pouvoir absorbant de ces différentes matières : je trouve ainsi, sur des disques de 5^{mm} d'épaisseur, en prenant comme unité la proportion de son transmise par la cire, pour un disque de bois : $\frac{1}{25}$; pour un disque d'ébonite : $\frac{1}{34}$. De telles mesures ne seraient point inutiles en Architecture et dans la construction des instruments de musique ([1]). »

M. **Frédéric Hesselgren** adresse un Mémoire intitulé : « La gamme musicale à sons fixes démontrée par les intervalles harmoniques ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 mai 1896.

Leçons sur la Théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal, par M. Gaston Darboux, Membre de l'Institut,

---

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

Doyen de la Faculté des Sciences. Quatrième Partie : *Déformation infiniment petite et représentation sphérique*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896, (second fascicule); 1 vol. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. 28 mai 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Études sur les gîtes minéraux de la France, publiées sous les auspices de M. le Ministre des Travaux publics, par le Service des Topographies souterraines. Fascicule IV : *Flore fossile*. Deuxième Partie, par M. B. Renault, Lauréat de l'Institut, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. Texte et atlas. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. A. Gaudry.)

Observations de l'éclipse totale du Soleil du 16 *avril* 1893. *Rapport de la Mission envoyée au Sénégal par le Bureau des Longitudes pour l'étude physique du phénomène*, par M. H. Deslandres, chef de Mission. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1896. Tome VII. N° 2. Mars-avril. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Notice biographique sur le Dr J. Millot et sur sa famille, par M. Arsène Thévenot, Lauréat de l'Institut de France. Troyes, P. Nouel, 1896; in-8°. (Offert par l'auteur.)

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. N° 19. Séance du 12 mai 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Observations méridiennes de la planète Mars pendant l'opposition de 1892. Lisbonne, Imprimerie nationale, 1895; in-4°.

Annales de l'observatoire météorologique de l'Université Impériale à Odessa (texte français), par M. A. Klossowsky. 1895. Odessa, 1896; in-4°.

Icones fungorum ad usum sylloges saccardianæ adcommodatæ, auctore A.-N. Berlese. Vol. II. Fascicules II et III. Patavii-Florentiæ, 1896; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er juin 1896.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896. N° 2. Février 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart,

MOISSAN. Septième série. Juin 1896. Tome VIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. BERGERON, Secrétaire perpétuel, et M. CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Séance du 26 mai 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

De l'influence de la réfraction sur les mesures micrométriques, par M. B. BAILLAUD, Directeur de l'observatoire de Toulouse. (Extrait du *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel*). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°. (Offert par l'auteur.)

Recherches sur la structure des Mucorinées, par M. MAURICE LÉGER. Poitiers, E. Druinaud, 1895; in-8°.

Sur la déformation des surfaces, par M. JULIUS WEINGARTEN. (Extrait des *Acta mathematica*, Tome XX.) In-4°. (Offert par l'auteur.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Nos 128 à 148; in-4°.

Contributions from the Lick observatory. N° 5. *Meteors and sunsets observed by the astronomers of the Lick observatory in* 1893, 1894 *and* 1895. Printed by authority of the Regents of the University of California. Sacramento, 1895; gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUIN 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes à grande section (tuyaux de conduite et canaux découverts), quand cet écoulement s'est régularisé en un régime uniforme, c'est-à-dire moyennement pareil à travers toutes les sections normales du lit;* par M. J. Boussinesq.

« I. Depuis les années 1870 et 1872, où ont été ramenées à des formules simples et vraisemblables du frottement tant intérieur qu'extérieur (¹) les lois du régime uniforme des grands courants liquides, telles

(¹) *Voir* les *Comptes rendus* du 29 août 1870 et du 3 juillet 1871, t. LXXI, p. 389, et t. LXXIII, p. 34, ainsi que l'*Essai sur la théorie des eaux courantes*, p. 24 à 87, au *Recueil des Savants étrangers*, t. XXIII.

que Darcy en 1854, mais surtout M. Bazin en 1863, les avaient dégagées de leurs nombreuses et précises observations ([1]), aucune donnée expérimentale ou théorique de quelque intérêt, concernant les vitesses relatives ou les actions mutuelles des filets fluides, n'était venue s'ajouter aux notions déjà acquises dans ce problème capital de l'Hydraulique. Il restait cependant à y éclaircir un important détail, au sujet de l'écoulement dans un tuyau de conduite, soit plein de liquide, soit rempli seulement jusqu'à mi-hauteur des sections, ou plutôt remplacé alors par un canal demi-circulaire découvert, coulant à pleins bords. Darcy ayant mesuré, dans le premier cas, la vitesse u au centre des sections (où elle acquiert son maximum u_m), au tiers des rayons R et à leurs deux tiers, avait cru pouvoir conclure que sa diminution $u_m - u$ aux distances croissantes r de l'axe était comme la puissance $\frac{3}{2}$ de ces distances. Or, dans le second cas, M. Bazin, après avoir multiplié, sur des canaux demi-circulaires, le mesurage des vitesses surtout aux grandes distances de l'axe, là où s'accuse le plus le décroissement considéré et où d'ailleurs ne se font plus guère sentir (à des profondeurs suffisantes) les inévitables troubles de la surface libre, avait constaté au contraire des diminutions $u_m - u$ de vitesse, à partir du filet superficiel moyen ou central, proportionnelles au cube r^3 de la distance à ce filet.

» Il est vrai que le désaccord des deux formules ne devenait bien sensible, vu leurs coefficients numériques obtenus, que dans la région des tuyaux non observée, c'est-à-dire aux distances r supérieures à $\frac{2}{3}$ R. Mais il n'en était pas moins désirable de contrôler directement et de compléter les résultats de Darcy par des observations assez nombreuses sur une conduite de grand diamètre. C'est ce que vient de faire ([2]), avec toute la précision possible, M. Bazin, sur un tuyau circulaire en ciment de $0^m,40$ de rayon et 80^m de longueur, où le régime uniforme se trouvait parfaitement établi dès le milieu de la longueur; et ses observations, tout en confirmant comme loi approchée la proportionnalité de la différence $u_m - u$ au cube r^3, ont rendu possible un degré de plus d'approximation dans le calcul de cette différence.

» Le présent travail a pour principal objet de formuler cette deuxième

---

([1]) *Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux*, par M. H. Darcy (*Savants étrangers*, t. XV; 1858) et *Recherches expérimentales sur l'écoulement de l'eau dans les canaux découverts*, par M. Bazin (*Savants étrangers*, t. XIX; 1865).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 125[illegible]; 1er juin 1896.

approximation, et d'en déduire quelques conséquences au sujet tant du débit que des frottements intérieurs. Toutefois, je reprendrai, à cette occasion, la théorie même du régime uniforme dans les écoulements tumultueux, afin d'y introduire quelques simplifications et aperçus faisant partie depuis plusieurs années de mon enseignement à la Sorbonne, mais non publiés encore.

» II. Je rappelle d'abord que, dans une masse fluide suffisamment large et profonde qui commence à couler entre des parois quelconques, les moindres déviations causées par leurs rugosités, même imperceptibles, ou par les plus légères irrégularités du mouvement à l'entrée, etc., entraînent des chocs, des tourbillonnements, qui se communiquent d'une particule à l'autre, se multiplient dès que la vitesse est sensible, et sillonnent bientôt en tous sens la masse. Ils y produisent ainsi une *agitation* irrégulièrement périodique (*pouls* du courant), dont l'amplitude et la fréquence définissent en quelque sorte son intensité, comme la température d'un corps mesure le degré de son imperceptible agitation calorifique.

» Il en résulte la nécessité de distinguer deux parties, à propriétés très différentes, dans les vitesses et les accélérations, soit suivant chaque axe, soit totales, tant d'une même particule fluide, considérée aux divers endroits où elle passe durant un court instant, que des particules observées dans un même petit espace (x, y, z) à la fois ou successivement pendant un temps assez bref. La première de ces parties, seule importante pour l'hydraulicien (car c'est elle qu'enregistrent principalement les appareils hydrométriques et elle seule qui correspond à l'*écoulement*), est la moyenne des valeurs de la vitesse ou de l'accélération en question, *moyenne locale* constituant une vitesse ou une accélération *graduellement* variables d'une particule (x, y, z) à ses voisines et d'un instant à l'autre, c'est-à-dire susceptibles d'être exprimées par des fonctions régulières et relativement simples de x, y, z, t. La seconde, au contraire, bien que généralement plus petite que la première (du moins quand c'est une vitesse), change très vite avec x, y, z, t, mais dans des sens contraires pour des valeurs peu différentes des variables, de manière à être nulle en moyenne, suivant chaque axe, dans tout intervalle de grandeur médiocre et à avoir cependant de très fortes dérivées, mais nulles aussi en moyenne; c'est une vitesse ou accélération non d'écoulement, mais de pure *agitation* sur place.

» III. Donc, en désignant par u, v, w les composantes, suivant les axes, de la vitesse moyenne locale en (x, y, z), et par u_1, v_1, w_1 les petites composantes de la vitesse irrégulière ou d'agitation, les six vitesses élémentaires

(par rapport aux x, y, z) de dilatation et de glissement d'une particule à l'époque t, savoir

$$\left\{\begin{array}{l}\frac{d.u+u_1}{dx}, \quad \frac{d.v+v_1}{dy}, \quad \frac{d.w+w_1}{dz}, \quad \frac{d.v+v_1}{dz}+\frac{d.w+w_1}{dy}, \\ \qquad \frac{d.w+w_1}{dx}+\frac{d.u+u_1}{dz}, \quad \frac{d.u+u_1}{dy}+\frac{d.v+v_1}{dx},\end{array}\right.$$

pourront s'écrire

$$(1) \quad \left\{\begin{array}{l}\frac{du_1}{dx}+D_x, \quad \frac{dv_1}{dy}+D_y, \quad \frac{dw_1}{dz}+D_z, \quad \frac{dv_1}{dz}+\frac{dw_1}{dy}+G_x, \\ \qquad \frac{dw_1}{dx}+\frac{du_1}{dz}+G_y, \quad \frac{du_1}{dy}+\frac{dv_1}{dx}+G_z,\end{array}\right.$$

si l'on appelle D_x, D_y, D_z, G_x, G_y, G_z leurs parties graduellement variables

$$(2) \quad \left\{\begin{array}{l}D_x=\frac{du}{dx}, \quad D_y=\frac{dv}{dy}, \quad D_z=\frac{dw}{dz}, \quad G_x=\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}, \\ \qquad G_y=\frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz}, \quad G_z=\frac{du}{dy}+\frac{dv}{dx},\end{array}\right.$$

parties beaucoup plus petites que celles d'agitation, mais seules différentes de zéro en moyenne.

» Or c'est justement de ces vitesses actuelles (1) de dilatation et de glissement, en même temps que de la température et de la densité actuelles τ, ρ de la particule (supposée sans viscosité appréciable), que dépendent les écarts existant entre la contexture interne effective de la particule et sa contexture *élastique* ou isotrope à la même température et à la même densité, *écarts en rapport avec la rapidité actuelle des déformations,* qui ne laisse pas le temps à la particule de refaire son isotropie sans cesse troublée par la continuation du mouvement relatif de sa matière ([1]).

» IV. Par suite, les six pressions élémentaires (relatives aux axes) N_x, N_y, N_z, T_x, T_y, T_z exercées à l'intérieur de la particule comprennent, outre leur partie élastique fonction de ρ, τ seulement, égale dans N_x, N_y, N_z et nulle dans T_x, T_y, T_z, une partie non élastique, dépendant encore de ρ, τ, mais aussi des six variables (1), et s'annulant avec elles. Dans les mouvements bien continus, c'est-à-dire sans agitation, et dans ceux à faible agitation (écoulement le long des tubes fins, petites oscillations, etc.) où les

---

([1]) Voir, à ce sujet, la fin d'une Note *Sur l'explication physique de la fluidité.* dans le *Compte rendu* du 19 mai 1891 (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1099).

variables (1) sont seulement de l'ordre de leurs parties bien continues D, G, ces six fonctions peuvent se développer suivant les puissances des variables (1) par la formule de Mac-Laurin réduite aux termes du premier degré; et lorsqu'on prend ensuite les moyennes de leurs valeurs sur de petites étendues, ou durant de petits temps en un même endroit (x, y, z), pour avoir les *pressions moyennes locales*, les déformations d'agitation, nulles en moyenne, s'en éliminent, n'y laissant subsister aucune autre vitesse de déformation que celles d'écoulement D, G, avec des coefficients fonctions seulement de ρ, τ ou même plutôt des valeurs moyennes locales de ρ, τ, parties de ρ, τ indépendantes de l'agitation. Car s'il y avait (ce qui n'est pas impossible), dans la température et la densité, de petites parties d'agitation, ρ_1, τ_1, en sus de leurs moyennes locales ρ, τ, la pression élastique et les coefficients en question, développés suivant ρ_1, τ_1, donneraient en ρ_1, τ_1 des termes linéaires, nuls en moyenne, ou dont les produits par les vitesses de déformation pourraient alors être négligés comme non linéaires.

» Mais ici où les six vitesses de déformation (1) ont leurs premières parties en u_1, v_1, w_1 considérables, c'est seulement suivant leurs autres parties D, G, très petites en comparaison, qu'on peut développer linéairement les six fonctions N, T, et lorsqu'on prend ensuite leurs moyennes, sur de faibles étendues et durant de courts instants où les D, G ne varient pas, les coefficients de ces vitesses graduelles de déformation D, G, toujours dépendants, dans les pressions moyennes locales obtenues N, T, des densité et température moyennes locales ρ, τ, ne sont fonctions, pour un même élément plan, des vitesses d'agitation autour de (x, y, z) et des variations concomitantes ρ_1, τ_1 de la densité et de la température, que par certains de leurs caractères généraux où n'entrent pas plus leurs valeurs individuelles à un instant et en un point qu'aux autres voisins dans tout un intervalle où leurs moyennes sont nulles. Quoi qu'il en soit, ces coefficients ne sont fonctions que des deux variables ρ, τ définissant l'état élastique moyen local et, en outre, de l'*agitation*, telle qu'elle est durant un court instant dans une petite étendue entourant le point (x, y, z).

» V. D'ailleurs, si l'on considère les relations usuelles, déduites des formules de transformation des coordonnées, qui existent entre les vitesses de déformation (dilatations et glissements) relatives aux divers systèmes possibles d'axes, et les formules analogues qui relient les pressions N, T subies par les éléments plans correspondants suivant leurs intersections mutuelles, ou encore les relations plus simples (dont celles-là se déduisent) existant entre N_x, N_y, N_z, T_x, T_y, T_z et les trois composantes p_x, p_y, p_z de

la pression exercée sur un élément plan de direction quelconque, toutes ces formules sont linéaires et homogènes par rapport aux vitesses de déformation ou aux composantes de pression, avec des coefficients fonctions seulement des directions des divers axes et éléments plans considérés; de sorte qu'on en prend immédiatement les moyennes, pour des espaces ou des instants voisins, sans avoir à modifier ces coefficients, mais par la simple substitution, à chaque vitesse de déformation ou composante de pression, de sa valeur moyenne locale. Toutes ces formules s'appliquent donc aux déformations et pressions moyennes locales, puis même, par soustraction de celles-ci d'avec les déformations ou pressions individuelles, aux déformations et pressions d'agitation, qu'on n'aura pas, il est vrai, à considérer.

» Et leurs conséquences s'étendent à chacune de ces sortes de pressions ou vitesses de déformations, notamment celles qui concernent l'existence, en chaque point et à chaque instant, de trois éléments plans matériels *principaux*, rectangulaires entre eux, de part et d'autre desquels les déformations se font symétriquement durant l'instant dt, et de trois éléments plans analogues (*orthostatiques*) sur lesquels les pressions sont normales.

» VI. Cela posé, comme on peut concevoir quelconques, à chaque instant, les six déformations élémentaires imprimées soit à une particule de matière, soit aux particules venant passer en un même endroit (x, y, z), et qu'il en est par suite de même tant de leurs moyennes que de leurs excédents à chaque instant sur leurs moyennes (sous la seule condition que ceux-ci aient dès lors leurs propres moyennes nulles), les déformations d'agitation sont *complètement indépendantes* des déformations moyennes locales D, G, dans les formules des pressions.

» Cette indépendance subsiste même quand, supposant le fluide incompressible (ce qui n'est nullement obligé, même pour un liquide), on s'impose de ne choisir que des déformations compatibles avec la conservation parfaite des volumes aux divers instants. En effet, celle-ci revient, comme on sait, à établir, entre les vitesses effectives de dilatation dans les sens des axes, la relation linéaire

$$(3) \qquad \frac{d.u+u_1}{dx} + \frac{d.v+v_1}{dy} + \frac{d.w+w_1}{dz} = 0.$$

» Prenons, pour l'en retrancher ensuite, la valeur moyenne locale des termes, qui donne évidemment

$$(4) \qquad \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0;$$

il vient

$$(5) \qquad \frac{du_1}{dx} + \frac{dv_1}{dy} + \frac{dw_1}{dz} = 0.$$

» Or ces formules expriment que les vitesses moyennes locales (u, v, w), prises séparément, et les vitesses d'agitation (u_1, v_1, w_1), prises aussi séparément, vérifient, tant les unes que les autres, cette condition de conservation des volumes, si on les suppose se produisant aux divers points (x, y, z) de l'espace, comme elles s'y produisent *ensemble* dans le mouvement effectif. Donc la relation (3) se dédouble en deux autres (4), (5), où les déformations d'agitation ne sont pas mêlées à celles du mouvement moyen local; en sorte que l'indépendance mutuelle de ces deux catégories de déformations subsiste.

» Nous pourrons ainsi, dans un petit espace entourant le point (x, y, z), faire correspondre successivement toutes sortes de déformations moyennes locales D, G à un même système de déformations d'agitation, entraînant par suite les mêmes petites parties accidentelles ρ_1, τ_1, nulles en moyenne, de la densité et de la température. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques. Réponse à la Note de M.* Potier; par M. **Marcel Deprez.**

« Je n'ai jamais dit que la production d'une force électro-motrice dans un circuit entouré de fer doux était un fait nouveau, puisque tout le monde sait qu'il existe des machines dynamo-électriques dans lesquelles, comme l'a rappelé M. Potier lui-même dans sa première Note, le circuit induit est formé de barres introduites dans des trous percés dans le fer de l'armature parallèlement à l'axe de rotation. Mais ce procédé, adopté surtout pour rendre la construction de l'induit plus facile au point de vue mécanique, n'a jamais été l'objet d'une étude approfondie, ni de la part de ceux qui l'ont appliqué ni de la part des électriciens. On s'est borné à reconnaître qu'il présentait certains avantages parce qu'il permettait de diminuer l'entrefer et qu'il avait pour conséquence une plus grande uniformité du champ magnétique traversé par les conducteurs. On s'est également aperçu que, loin d'être indépendante de l'épaisseur des parois du tube de fer dans lequel passe le conducteur, la force électro-motrice

diminue rapidement quand cette épaisseur augmentait, et que l'épaisseur la plus favorable devait être déterminée par tâtonnement.

» Il n'y a donc qu'un rapport assez éloigné entre ces faits et mon expérience dans laquelle la force électro-motrice est, comme je l'ai dit, rigoureusement indépendante de l'épaisseur du tube et rigoureusement égale à celle d'un second fil nu placé en dehors du tube.

» M. Potier me permettra donc de croire, jusqu'à ce qu'il m'ait fourni preuve du contraire, que cette expérience est nouvelle et qu'elle a les conséquences que j'ai déjà signalées dans ma première Note. Elle prouve d'une façon absolue que, bien que le fantôme magnétique à l'intérieur du tube indique un champ très faible, le fil noyé dans ce tube développe exactement la même force électro-motrice que le fil placé en dehors et que, par conséquent, le fer ne fait pas écran aux lignes de force du champ extérieur. J'avais donc raison de dire que l'examen du fantôme magnétique ne suffit pas pour calculer la force électro-motrice et qu'il faut tenir compte du mouvement relatif du fil.

» Notre éminent Confrère revient toujours sur ce point, que mon expérience ne contredit pas la loi de proportionnalité entre la variation du flux total embrassé par le circuit et la force électro-motrice. Je suis absolument de cet avis et, dans ma dernière Note, je me suis prononcé si nettement à cet égard, que je suis surpris de son insistance.

» Faut-il répéter encore une fois que ma Note n'avait pas pour but de discuter les lois de l'induction, mais bien, comme son titre l'indique, le rôle du fer dans l'induit des machines dynamo-électriques?

» Cette idée que ce sont les lois de l'induction qui sont en cause paraît tellement préoccuper notre éminent Confrère, que sa réponse a, cette fois, pour titre : *Sur les lois de l'induction*. En réalité, quand on lit avec soin les deux Notes dans lesquelles il a bien voulu faire la critique de mon expérience, on voit bientôt que son opinion intime est qu'il n'y a qu'une seule loi de l'induction, celle de la proportionnalité entre la variation du flux total embrassé et la force électromotrice développée, et qu'il considère comme une simple hypothèse celle qui assigne à chaque élément du circuit une force électro-motrice proportionnelle au flux coupé dans l'unité de temps.

» Cependant, dans sa Communication du 18 mai, il s'exprimait ainsi :

» L'expérience de M. Marcel Deprez « ne contredit qu'en apparence » la règle qui attribue *à chaque élément du fil induit* une force électro- » motrice proportionnelle *au flux coupé par cet élément...* »

» Et, dans celle du 1er juin, je lis la phrase suivante : « Ce point » n'avait pas été touché par M. Marcel Deprez, dans sa première Note. Je » me suis abstenu d'en parler, *aussi bien que de parler de flux coupé par* » *un élément de circuit*... »

» Pourquoi M. Potier tenait-il à prouver, le 18 mai, que mon expérience ne contredit qu'en apparence la loi sur laquelle je m'appuie (bien loin de vouloir la trouver en défaut) pour prouver que le fer est traversé par les lignes de force du champ magnétique, comme le serait un tube de substance non magnétique, et pourquoi, le 1er juin, déclare-t-il qu'il s'est abstenu de parler de cette même loi?

» J'ai dit dans ma dernière Note que la loi *élémentaire,* ou loi du flux coupé, telle qu'elle a été formulée par les savants qui les premiers ont appliqué le calcul à l'étude du phénomène expérimental de l'induction, me paraissait devoir conserver le rang de loi fondamentale, tandis que celle du flux embrassé par un circuit fermé n'en est que la conséquence. Je suis, en cela, de l'avis de la très grande majorité des auteurs qui ont écrit sur ce sujet. Je ne vois pas bien pourquoi on cherche à faire disparaître peu à peu la première pour la remplacer par la seconde. Cela ne rappelle-t-il pas le procédé qui consiste à résoudre toutes les questions de la Mécanique ou de la Physique au moyen du principe de la conservation de l'énergie? Les théorèmes généraux de la Mécanique, dont je parlais dans ma dernière Note, constituent des conditions nécessaires, mais non suffisantes, et l'on ne peut, avec leur seul secours, résoudre tous les problèmes de Mécanique. En résumé, la loi du flux embrassé par un circuit fermé est comme une sorte de loi de comptabilité très commode dans les applications pratiques, mais qui ne peut être d'aucune utilité pour trancher une question comme celle qui a fait l'objet de ma première Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de la fonte et du carbure de vanadium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Nous avons indiqué précédemment que l'acide vanadique était réductible par le charbon au four électrique et pouvait nous donner une fonte de vanadium contenant de 17 à 25 pour 100 de carbone (1). Grâce à l'obli-

(1) *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1222; 29 mai 1893).

geance de M. Heeren, qui a bien voulu mettre à notre disposition une notable quantité de cendres provenant d'une houille vanadifère ([1]), j'ai pu continuer et étendre ces recherches.

» *Traitement des cendres vanadifères.* — Les cendres mélangées de fragments de houille qui m'ont été remises renfermaient 8 à 10 pour 100 d'acide vanadique. Elles ont été grillées au moufle, de façon à détruire toutes les parties charbonneuses. Leur teneur s'est élevée à 38 pour 100 d'acide vanadique.

» 500^{gr} de cendres sont placés dans un matras de 2^{lit} sur un bain de sable et attaqués par l'acide nitrique auquel on ajoute de loin en loin une petite quantité d'acide chlorhydrique. On reprend ensuite par l'eau et on lave le résidu insoluble. Après filtration sur une toile, tous les liquides sont réunis, puis évaporés à sec. Le résidu est repris par l'ammoniaque au dixième et il fournit une première solution de vanadate ammoniacal, que l'on concentre, puis que l'on précipite par l'acide nitrique pour obtenir de l'acide vanadique brut.

» Le résidu insoluble est épuisé par l'ammoniaque au dixième, il fournit une nouvelle quantité de vanadate que l'on traite de même par l'acide azotique.

» L'acide brut, ainsi obtenu, a été purifié par la méthode de M. L'Hôte ([2]). Le vanadium est transformé en chlorure de vanadyle, et ce dernier est décomposé par l'eau.

» Le chlorure de vanadyle a été obtenu à 250°, et la rectification a été faite par fractions de 1500^{gr} au moyen d'un appareil à boules. Le chlorure de vanadyle distillait à +126°,5, chiffre indiqué par M. L'Hôte.

» Par décomposition par l'eau, on obtient l'acide vanadique pur qui est ensuite séché avec soin.

» *Préparation de la fonte de vanadium.* — L'anhydride vanadique a été mélangé avec du charbon de sucre finement pulvérisé dans les proportions suivantes :

Anhydride vanadique	182^{gr}
Charbon de sucre..........................	60^{gr}

» 300^{gr} de ce mélange ont été chauffés au four électrique avec un courant de 900 ampères et 50 volts. La durée de l'expérience est de 5 minutes.

([1]) M. Mourlot a donné précédemment l'analyse de cette houille (*Comptes rendus*, 28 octobre 1893).

([2]) L'Hôte, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6^{e} série, t. XXII, p. 407; 1891.

On a obtenu ainsi un vanadium très carburé qui, à l'analyse, nous a donné les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.
Carbone..........	10,5	13,8	11,6	16,2	15,9

» Dans une autre série d'essais, nous avons employé : anhydride vanadique, 100; charbon, 20, et nous avons obtenu des fontes qui contenaient : carbone, pour 100 : 9,9; 9,2; 9,83.

» Tous ces essais ont été faits dans des tubes en charbon. Il faut, dans cette préparation, employer un courant intense et de très courte durée, parce que l'anhydride fond avec facilité et mouille complètement le charbon du tube. Dans ce cas, la carburation est très rapide.

» Lorsque nous avons essayé d'affiner la fonte de vanadium, au moyen de l'anhydride vanadique, tous nos essais ont été infructueux à cause de cette facile liquéfaction de l'acide vanadique. Les belles recherches de M. Roscoë ont démontré d'ailleurs que la préparation du vanadium est une des plus difficiles de la Chimie minérale.

» L'affinité puissante du vanadium pour l'azote vient encore augmenter ces difficultés. Il est utile d'atteindre de suite une température très élevée pour arriver à la destruction de l'azoture.

» En chauffant pendant deux minutes seulement de l'acide vanadique pur dans un tube de charbon avec un courant de 1000 ampères et 60 volts, et en ayant soin de faire arriver constamment de l'hydrogène dans le tube de charbon, nous avons pu obtenir une fonte de vanadium qui ne renfermait plus que 5,3 à 4,4 de carbone.

» Un autre échantillon, chauffé trois minutes, nous a donné 7,42 de carbone.

» *Propriétés de la fonte de vanadium.* — La fonte de vanadium à 5 pour 100 de carbone a une couleur blanche, une cassure brillante, métallique, inoxydable à l'air et une densité de 5,8 à + 20°.

» M. Roscoë a trouvé 5,5 pour le vanadium, renfermant des traces d'oxygène et 1,3 pour 100 d'hydrogène.

» Cette fonte brûle avec incandescence au rouge dans l'oxygène. Le chlore l'attaque au rouge sombre sans incandescence. L'azote s'y combine avec facilité; et d'une façon générale, cette fonte est attaquée plus facilement par les acides que le carbure défini dont nous parlerons plus loin. L'acide chlorhydrique ne l'attaque ni à froid, ni à chaud, tandis que l'acide sulfurique concentré et bouillant l'attaque très lentement. Ses autres pro-

priétés sont comparables à celles du vanadium de M. Roscoë. Nous ne nous y arrêterons pas.

» *Préparation du carbure de vanadium.* — Lorsque l'on chauffe au four électrique l'anhydride vanadique, mélangé de charbon de sucre dans un tube de charbon, pendant neuf à dix minutes (900 ampères et 50 volts), on obtient un culot métallique formé par un carbure défini de vanadium qui a abandonné une petite quantité de graphite au moment de sa solidification [1].

» *Propriétés du carbure de vanadium.* — Ce carbure de vanadium C Va est volatil, lorsqu'il est très fortement chauffé au four électrique. Son point de fusion est un peu supérieur à celui du molybdène. A l'état liquide il a l'apparence métallique. Sa densité est de 5,36. Il raye le quartz avec facilité. Il se présente en beaux cristaux bien nets.

» Le chlore l'attaque avec incandescence au-dessus de 500° en fournissant un chlorure liquide facilement volatil. Il brûle dans l'oxygène au rouge sombre avec une vive incandescence. Il ne se combine pas au soufre au point de fusion du verre. L'azote et l'ammoniaque l'attaquent au rouge avec formation d'azoture. Il ne réagit pas, au rouge sombre, sur l'acide chlorhydrique gazeux, la vapeur d'eau et l'hydrogène sulfuré.

» Les acides chlorhydrique et sulfurique ne l'attaquent pas tandis qu'il réagit sur l'acide azotique à froid.

» Les oxydants, nitrate et chlorate de potassium en fusion le décomposent au rouge sombre. Avec le chlorate, il se produit une vive incandescence.

» *Analyse.* — Le carbure de vanadium nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie pour C Va.
Carbone........	18,39	18,42	18,98
Vanadium.......	81,26	80,79	81,01

» *Alliages de vanadium.* — Le vanadium, malgré son point de fusion élevé, donne avec facilité des alliages. Nous en avons étudié quelques-uns.

---

(1) Dans une expérience faite au creuset, un fragment de chaux provenant de la voûte du four étant tombé dans le creuset, il s'est formé un mélange de carbure de vanadium et de carbure de calcium. Ce dernier s'est délité à l'air et a fourni du carbure de vanadium en cristaux isolés très nets. L'excès de chaux a été enlevé par l'acide acétique et le mélange séché a été traité par l'iodure de méthylène, qui a permis d'enlever, par différence de densité, quelques cristaux de graphite.

» Lorsqu'on chauffe au four électrique pendant trois minutes un mélange d'oxyde de fer, d'anhydride vanadique et de charbon de sucre, de façon à préparer un alliage à 20 pour 100 de vanadium (900 ampères et 50 volts), on obtient un culot homogène d'un blanc gris à cassure cristalline. Cette fonte est aigre, mais peut encore se limer. Elle contient :

Fer	72,96
Vanadium	18,16
Carbone	8,35

» Un mélange d'anhydride vanadique, d'oxyde de cuivre et de charbon, mélange calculé pour obtenir un alliage à 5 pour 100 de vanadium, nous a fourni au four électrique dans les mêmes conditions un culot bien fondu de couleur bronze, très malléable, se limant avec facilité et plus dur que le cuivre. Il renfermait : cuivre : 96,52; vanadium : 3,38.

» On peut préparer un alliage d'aluminium et de vanadium en maintenant, au fond d'un creuset de terre, de l'aluminium fondu et en projetant à sa surface un mélange d'acide vanadique et de limaille d'aluminium. Ce dernier métal agit comme réducteur; il se produit une vive incandescence et, en agitant toute la masse, on obtient un alliage aluminium-vanadium très malléable, de peu de dureté, et qui se lime en empâtant l'outil. Cet alliage renfermait 2,5 pour 100 de vanadium.

» Dans une autre expérience, nous avons chauffé, au four électrique, un mélange d'argent réduit avec les quantités d'anhydride vanadique et de charbon déterminées pour l'alliage, à 10 pour 100. Durée de la chauffe, trois minutes (900 ampères et 50 volts). On a obtenu ainsi un lingot métallique formé de deux parties superposées : d'une part le vanadium sans trace d'argent, et en dessous l'argent avec sa belle couleur blanche ne donnant, après dissolution, aucune réaction du vanadium.

» Ces deux corps sont donc sans action l'un sur l'autre.

» *Conclusions.* — Par réduction de l'acide vanadique par le charbon au four électrique, on peut obtenir en abondance, et avec facilité, une fonte de vanadium titrant 4 à 5 pour 100 de carbone. Si la chauffe est plus longue, on obtient toujours un nouveau carbure, défini et cristallisé, de formule C Va. Ce composé n'agit pas sur l'eau à la température ordinaire, et est plus stable en présence des acides que la fonte de vanadium.

» Le vanadium peut s'unir, à la température du four électrique, au fer, au cuivre, à l'aluminium, tandis qu'il ne forme pas d'alliage avec l'argent.

» Par l'ensemble de ses propriétés, le vanadium est plus voisin des mé-

talloïdes que des métaux ; son carbure se rapproche des carbures de titane et de zirconium qui ont même formule. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation des alliages.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La méthode de préparation que nous avons indiquée précédemment pour l'alliage d'aluminium-vanadium en partant de l'acide vanadique peut être appliquée à un certain nombre d'oxydes. Elle est fondée sur l'affinité puissante de l'aluminium pour l'oxygène. Les travaux de Winckler et d'autres savants ont établi déjà combien était facile la réduction de certains composés oxygénés par le magnésium. L'aluminium peut aussi être employé dans quelques cas. En utilisant cette propriété, j'ai pu obtenir des alliages d'aluminium avec la plupart des métaux réfractaires que j'ai isolés par réduction au moyen du four électrique.

» La préparation de ces alliages est facile. Elle consiste à projeter sur un bain d'aluminium liquide un mélange de l'oxyde à réduire et de limaille d'aluminium.

» La combustion d'une partie de l'aluminium par l'air atmosphérique, à la surface du bain, dégage une quantité de chaleur tellement grande que les oxydes les plus réfractaires sont réduits. Le métal passe alors d'une façon continue dans le bain d'aluminium et vient augmenter le point de fusion de l'alliage.

» Cette préparation se fait par voie sèche et sans addition d'aucun fondant.

» J'ai pu obtenir ainsi des alliages d'aluminium avec le nickel, le molybdène, le tungstène, l'uranium et le titane. Il arrive souvent que la chaleur dégagée par la réaction est tellement grande que l'œil ne peut en supporter l'éclat. Nous avons préparé plusieurs fois des alliages à 75 pour 100 de tungstène qui n'ont été maintenus liquides que grâce à ce grand dégagement de chaleur. Les alliages à 10 pour 100 s'obtiennent avec facilité. On ne doit pas oublier que la réaction est parfois explosive.

» Ces différents alliages nous ont paru présenter quelque intérêt. Ils permettent, en effet, de faire passer ces métaux réfractaires, dont le point de fusion est plus élevé que celui de nos fourneaux ordinaires, dans un métal quelconque même à point de fusion peu élevé.

» Lorsque l'on met, par exemple, du chrome métallique en présence

du cuivre fondu, ce dernier n'en dissout qu'une très petite quantité, environ $\frac{1}{2}$ pour 100, et il est impossible d'aller au delà.

» Prenons un alliage d'aluminium-chrome, il se dissoudra en toutes proportions dans le cuivre fondu et fournira un alliage mixte : cuivre-chrome-aluminium.

» Dans cet alliage mixte, il est facile d'éliminer l'aluminium en recouvrant le bain fondu d'une petite couche d'oxyde de cuivre. Ce dernier, comme on le sait, se dissout avec facilité dans le cuivre et brûle l'aluminium, qui vient nager à la surface du bain sous forme d'alumine.

» Ce procédé pourrait servir de même pour faire passer le tungstène ou le titane dans un bain d'acier maintenu liquide au four Martin-Siemens. L'excès d'aluminium serait rapidement brûlé et viendrait dans la scorie. On pourrait même le détruire par une addition d'oxyde de fer.

» Nous estimons que cette méthode est générale et permettra d'obtenir un grand nombre d'alliages nouveaux ».

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la nature du processus chimique qui préside à la transformation du potentiel auquel les muscles empruntent l'énergie nécessaire à leur mise en travail;* par M. A. CHAUVEAU.

« Dans l'exposition des résultats des études auxquelles je viens de me livrer pour arriver à la détermination de la nature du potentiel immédiatement mis en œuvre par le travail musculaire, j'ai raisonné *comme si* l'énergie actuelle qu'engendre ce potentiel procède entièrement du mécanisme de l'oxydation directe. Autrement dit, j'ai adopté la théorie de Lavoisier, celle de la combustion simple, en l'adaptant, bien entendu, aux connaissances acquises depuis le siècle dernier. Je ne veux pas prétendre ainsi que toutes les métamorphoses chimiques qui se passent dans l'organisme soient des phénomènes de combustion ; j'entends affirmer seulement que le bilan énergétique de l'ensemble des travaux physiologiques donne, *à la sortie,* une quantité de chaleur équivalente à celle que l'oxydation directe fait perdre au potentiel consommé et éliminé à l'état d'*excretum*. Qu'il y ait, entre cet état final du potentiel énergétique et son état initial, une foule d'états intermédiaires connus ou inconnus, qu'il intervienne, outre les oxydations, des réductions, des dissociations, des hydratations et des déshydratations, avec les dédoublements variés que peuvent comporter ces processus, etc., je n'ai jamais songé à le nier, pas plus qu'à méconnaître les phénomènes spéciaux d'exothermie ou d'endothermie dont ils

s'accompagnent, Mais jamais, non plus, il ne m'était venu à l'idée qu'on pourrait exploiter un jour l'existence, ou même la simple probabilité d'existence, de ces phénomènes contre l'idée fondamentale de Lavoisier.

» M. Berthelot, notre éminent Secrétaire perpétuel, ne s'en doutait probablement pas davantage, quand il publiait son article *Sur la chaleur animale* ([1]). Il y relevait l'inexactitude commise par Lavoisier en considérant les animaux comme des foyers de combustion qui brûlent du carbone libre et de l'hydrogène libre; de plus appelait l'attention sur l'importance que les processus autres que l'oxydation directe pouvaient présenter au point de vue de la production de la chaleur animale. Mais il se gardait de conclure et fournissait seulement aux physiologistes des documents précieux, dont, pour ma part, j'ai tiré le plus grand profit.

» J'aurais pu, comme d'autres, donner à ces intéressantes notions une signification opposée à celle qu'elles doivent recevoir en physiologie. Mais j'ai été préservé de ce danger par la conviction, à laquelle mon esprit est resté toujours fidèle, que l'énergie dépensée dans les travaux physiologiques ne se calcule pas d'après les états intermédiaires par lesquels cette énergie peut passer. Je savais bien qu'elle se mesure seulement à la chaleur totale qui résulte des transformations ultimes du potentiel, c'est-à-dire par la différence énergétique existant entre l'état initial et l'état final de ce potentiel. Or les déterminations déjà faites alors ne pouvaient laisser subsister aucun doute sur la nature de ces transformations ultimes. Ce sont bien, dans leur ensemble, des combustions plus ou moins complètes, suivant la nature des matériaux qu'elles atteignent.

» Malheureusement, ce qui a surtout attiré l'attention des physiologistes dans l'œuvre de M. Berthelot, ce n'est pas l'insistance qu'il a mise à recommander lui-même ([2]) l'obéissance absolue au principe de l'état initial et de l'état final, dans les recherches faites pour déterminer la dépense de force qu'entraîne l'entretien de la vie. On n'a eu d'yeux que pour ce qui pouvait être défavorable à la théorie de Lavoisier : par exemple la notion des différences considérables existant dans la valeur thermique que représente la formation de l'acide carbonique, suivant les processus qui président à cette formation. Il ne pouvait être question, en l'espèce, de processus défi-

---

([1]) Berthelot, *Sur la chaleur animale* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, etc., 2e année, p. 652; 1865).

([2]) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique fondée sur la Thermochimie*, t. I, p. 89.

nitifs liés à l'exécution du travail physiologique. Pourtant la considération des variations thermogénétiques qu'ils comportent a prévalu, auprès de bons esprits, contre les enseignements donnés par les grandes expériences régulières connues à l'époque, celles de Lavoisier, Despretz, Dulong, où le principe de l'état initial et de l'état final était déjà exploité avant même d'avoir été formulé. On a argué de ce qu'il y a d'incomplet dans les résultats de ces expériences pour en rejeter la signification. La vie, une combustion! Cela ne fut plus de mise! La théorie de Lavoisier fut considérée comme une utopie simpliste, tout au moins comme une conception hasardée.

» Il y eut des adversaires de cette théorie qui en vinrent à se demander si l'oxygène, cet oxygène absorbé par l'organisme en si prodigieuse quantité, a d'autre rôle à jouer que de donner la chiquenaude excitatrice du mouvement métabolique qui libère l'énergie! Ce mouvement, une fois engagé, se continuerait et s'entretiendrait par l'effet de simples dédoublements analogues à ceux qui se produisent dans les fermentations. C'est en ce sens que, plus tard, ont été interprétées les idées si ingénieuses de M. A. Gautier, sur l'anaérobisme de la cellule dans les agrégats qu'elle forme chez les animaux supérieurs. Il était pourtant si facile de faire cadrer ces idées et les faits dont elles découlent avec la théorie de Lavoisier!

» Il est curieux de constater que c'est surtout dans le pays de Lavoisier que cette réaction contre l'intervention des combustions vraies, dans le mécanisme du chimisme producteur de la chaleur animale, a pris les plus grandes proportions. Hors de France, on a toujours été plus ou moins respectueux de l'œuvre physiologique de notre illustre compatriote. Sa belle et mémorable expérience de calorimétrie animale, vivement discutée pourtant dans ses détails d'exécution et sa signification précise, n'a jamais cessé d'être considérée comme un type d'inspiration géniale.

» De fait, dans les très nombreuses expériences contemporaines, on ne trouverait pas un seul résultat probant qui plaidât contre la mobilisation de l'énergie par des processus d'oxydation directe, pour la production du travail physiologique. D'autre part, nombre de faits justifient pleinement l'adoption du mécanisme de la combustion pure et simple du potentiel, comme source exclusive de cette énergie.

» La première de ces propositions ne peut manquer de surprendre au premier abord. On s'est tellement habitué à considérer comme parfaitement établie l'existence de certaines incompatibilités entre les manifestations de la thermogénèse et leur explication par le processus des combustions

directes! N'a-t-on pas trouvé, par exemple, que la courbe des échanges respiratoires, témoins ou agents de ces combustions, se trouve parfois en discordance avec celle de la production de chaleur? Voyons ce qu'il en est en réalité.

» Les faits que je vise en ce moment sont ceux qui ont été observés dans l'étude de l'influence exercée par le froid sur l'activité de la thermogénèse. Pendant que les basses températures diminuent cette activité de la thermogénèse (d'Arsonval, Richet, etc.), elles laissent intactes, en certains cas (Jolyet et Sigalas), l'activité de l'absorption de l'oxygène. Voilà la seule discordance apparente qui ait été vraiment observée. Fournit-elle, comme on se l'imagine généralement, un argument contre la théorie de la production de l'énergie actuelle par des processus d'oxydation? En aucune manière. On raisonne comme si la théorie de Lavoisier exigeait que l'oxygène absorbé fût toujours employé à produire des combustions complètes. Mais on sait bien maintenant qu'il est loin d'en être ainsi. Ici encore nous avons à faire intervenir la belle expérience de Regnault et Reiset sur les échanges respiratoires des hibernants, avec toutes ses conséquences. Si l'oxygène absorbé se fixe sur la graisse, qu'il oxyde *incomplètement* pour en faire du glycogène, à coup sûr il ne peut pas produire la même quantité de chaleur qu'en brûlant *complètement* le corps gras, et en le transformant en eau et acide carbonique. N'empêche que, dans les deux cas, il n'y ait intervention d'un seul et même processus, la fixation directe de l'oxygène.

» La calorimétrie ne donne donc pas de résultats qui puissent être jugés incompatibles, à quelque degré que ce soit, avec l'explication du mécanisme de la dépense énergétique par oxydation directe du potentiel consommé.

» Contre cette explication on avait, dans un autre ordre de faits, tiré également parti des caractères présentés par les échanges gazeux directement effectués dans les muscles isolés du corps. A l'heure actuelle, grâce aux expériences que M. Tissot a faites dans mon laboratoire, on sait sûrement que la mise en activité du tissu musculaire ne se borne pas à provoquer une exhalation d'acide carbonique. L'absorption concomitante d'oxygène, qui accompagne ce dernier phénomène, se fait dans des conditions indiquant clairement que là également on se trouve en présence d'un processus de combustion plus ou moins directe [1].

» D'autres recherches encore, entreprises sous ma direction ou mon

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXX, p. 568 et 641; 1895.

inspiration, sur cette question générale de la nature des processus qui président à la consommation du potentiel consacré aux travaux physiologiques de l'organisme, arrivent toutes à la même conclusion.

» Je puis citer les études de M. Laulanié sur le parallélisme que présentent les courbes des échanges respiratoires et de la thermogénèse, quand on s'est mis à l'abri de toutes les influences perturbatrices accidentelles ([1]).

» Des recherches plus récentes, celles de M. Kaufmann, où la thermogénèse et les échanges respiratoires ne sont pas seulement comparés entre eux, mais encore déterminés dans leur valeur absolue, démontrent également avec beaucoup de netteté l'existence du mécanisme de l'oxydation directe, c'est-à-dire de la combustion ([2]).

» Mais je me plais surtout à rappeler une des études faites hors de notre pays, celle de Rübner. Son travail sur les sources de la chaleur animale ([3]) mérite toute l'attention dont il a été l'objet. De ce travail, un des plus soignés qui aient été exécutés sur la matière, il résulte, entre autres choses, que la chaleur produite par l'animal — constatée au calorimètre — représente 96 pour 100 de la chaleur de combustion des aliments qu'il ingère, diminuée, bien entendu, de la chaleur de combustion de l'urine et des fèces. Rübner arrive ainsi bien près de l'égalité entre l'énergie *importée* sous forme de potentiel alimentaire et l'énergie *exportée* sous forme de chaleur sensible, après la transformation de ce potentiel par le processus de la *combustion pure et simple*. L'idée fondamentale de Lavoisier ne pouvait recevoir une plus éclatante confirmation.

» Les recherches que termine la présente étude, sur le processus chimique qui est la source de l'énergie physiologique, ont été faites à un point de vue tout à fait général. Elles font partie d'un ensemble dont elles ont été distraites, pour être appliquées à la justification de quelques-unes des propositions fondamentales sur lesquelles j'avais à appuyer ma démonstration de *la loi de l'équivalence dans les transformations de la force chez les animaux, d'après la comparaison du travail positif et du travail négatif des muscles*.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 455; 1895.

([2]) *Archives de Physiologie normale et pathologique. — Comptes rendus hebdomadaires de la Société de Biologie*, 1896.

([3]) *Die Quelle der thierischen Wärme* (*Zeitschrift für Biologie*, XXX Bd., N. F. Bd XII, 1 Heft, S. 73).

» Une première démonstration a fait voir que cette comparaison était plus simple qu'elle n'en a l'air. En effet, dans le calcul de la dépense énergétique qu'entraîne le travail musculaire, il n'y a pas à tenir compte des combustions de la matière même des muscles ou des substances albuminoïdes quelconques de l'organisme. Les oxydations azotées restent absolument étrangères à cette dépense ([2]). Cela simplifie singulièrement la détermination du potentiel consommé par le travail musculaire : il n'y a plus qu'à choisir entre les hydrates de carbone et la graisse.

» Les démonstrations ultérieures ont fait voir que c'est bien à l'état d'hydrate de carbone que le potentiel s'offre immédiatement à la consommation du système musculaire ([1]). Quant à la graisse, c'est un potentiel de seconde main; avant de se dépenser définitivement dans l'exécution du travail musculaire, elle se transforme en hydrate de carbone par oxydation rudimentaire. Mais l'énergie que libère cette transformation est utilisée par d'autres travaux physiologiques. Elle n'a rien à faire avec le travail musculaire lui-même. De même que l'énergie consacrée à l'ensemble des travaux connexes, elle doit être retranchée de la dépense énergétique totale, pour le calcul exact de celle que la contraction musculaire occasionne en propre en exécutant son travail extérieur.

» Enfin, il vient d'être établi que c'est bien le mécanisme de la combustion directe qui constitue le processus définitif de l'utilisation du potentiel employé aux travaux intérieurs de l'organisme.

» J'étais donc autorisé, dans mon étude comparative du travail positif et du travail négatif : 1° à admettre que le potentiel énergétique, source de la contraction musculaire, est utilisé sous forme d'hydrate de carbone, qui se brûle; 2° à chercher dans la valeur des échanges respiratoires, c'est-à-dire celle de l'oxygène qui s'absorbe et de l'acide carbonique qui s'exhale, la mesure même du potentiel brûlé en plus par le travail positif; 3° à déterminer ainsi la dépense énergétique qui correspond au soulèvement même des charges.

» Je pense qu'après cette justification, on reconnaîtra que mon idée directrice étant juste et ma méthode exacte, les résultats auxquels je suis arrivé ont les plus grandes chances de représenter la vérité. En matière aussi délicate et aussi difficile, il faut savoir se contenter avec de bonnes approximations. Celle que j'atteins dans ma comparaison du travail positif

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 429 et 504.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1098, 1163, 1169 et 1244.

et du travail négatif des muscles est tout à fait satisfaisante. Elle me permet d'affirmer que, *dans le cas où les muscles soulèvent un poids, la dépense énergétique qu'entraîne le soulèvement même de la charge équivaut au travail extérieur que représente ce soulèvement* (1). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la valeur alimentaire des pains provenant de farines blutées à des taux d'extraction différents;* par M. AIMÉ GIRARD.

« Dans l'appréciation de la valeur alimentaire des pains, on voit souvent intervenir un préjugé que rien ne justifie : le pain blanc provenant de farines pures est, dit-on alors, moins nutritif que le pain bis fourni par les farines inférieures. Les choses, même, sont à ce point qu'on a pu, dans ces derniers temps, rencontrer chez certains écrivains, cette assertion singulière que les farines blanches ne contiennent pas de gluten, et que le pain qui en provient est, par suite, exclusivement fait d'amidon.

» C'est chose aisée que de faire justice de ces erreurs et de démontrer que, à poids égal, le pain blanc est aussi nutritif que le pain bis.

» L'origine du préjugé que je viens de rappeler réside en ceci, qu'aux débris de sons qu'un blutage imparfait laisse en mélange dans les farines inférieures reste attachée une couche mince de l'amande du grain, et qu'à cette couche appartient une richesse en gluten supérieure à celle de l'amande considérée dans son entier.

» Le fait est exact, et j'en ai donné la démonstration dans mes *Recherches sur la composition chimique de la valeur alimentaire du grain de froment* (2). Mais, lorsque, une fois le fait démontré, on cherche à établir quelle est, par rapport au grain entier, l'importance pondérale de cette couche riche en gluten, on reconnaît qu'elle est insignifiante. Comme le montre la reproduction photographique d'une coupe verticale de grain de blé, agran-

(1) ZUNTZ a fait un exposé critique de mon étude devant la Société physiologique de Berlin (voir les *Archives de Dubois-Raymond,* année courante). Je n'ai sans doute pas été suffisamment clair, car je constate que je n'ai pas toujours été bien compris par Zuntz, malgré sa compétence. Il est inutile que je fasse maintenant aucune rectification. J'en trouverai très prochainement l'occasion en poursuivant l'exposition de mes recherches.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, tome III, page 349; 1884.

die à 100 diamètres que je mets sous les yeux de l'Académie, elle forme à la périphérie du grain, et, au-dessous de la membrane interne du tégument séminal, une zone qui, caractérisée par la petitesse des grains d'amidon qui y sont enchâssés dans la masse glutineuse, mesure à peine $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur, alors que l'amande entière ne mesure pas moins de 3^{mm} sur 6^{mm} environ.

» Le poids relativement faible de cette zone glutineuse ne permet guère de lui attribuer, *a priori*, une influence sérieuse sur la richesse des farines en gluten; c'est ce qu'on a fait cependant et c'est de là qu'est né le préjugé qui, en s'exagérant peu à peu, a amené certaines personnes à croire que le gluten ne se retrouve pas dans les parties centrales du grain et que les farines pures, par conséquent, n'en contiennent pas.

» Pour détruire ce préjugé si fâcheux au point de vue des progrès industriels de la Meunerie et de la Boulangerie, il me suffira d'appliquer un calcul bien simple aux produits successifs fournis par les trois moutures faites en 1894 et 1895, à Paris et à Marseille, sous la surveillance d'une Commission officielle que j'avais l'honneur de présider et dont les résultats pratiques ont été, au mois de décembre dernier, communiqués par moi à l'Académie (1).

» A côté du poids des produits de mouture successivement débités par les divers engins du moulin, j'ai eu soin, en effet, de faire connaître alors la composition chimique et, particulièrement, la teneur en gluten de chacun de ces produits, de telle sorte qu'aujourd'hui, reprenant ces teneurs et ces poids, il est aisé d'évaluer les proportions de gluten contenues dans des farines obtenues d'un même blé à des taux d'extraction différents.

» C'est ce que j'ai fait, dans les Tableaux suivants, après avoir apporté aux chiffres successifs de rendement une légère modification due à la transformation du blé sale en blé nettoyé; c'est celui-ci, en effet, qui intervient seul à la mouture.

» Comme type de farine supérieure, je me suis arrêté au taux d'extraction de 60 pour 100; pour les farines inférieures, j'ai été aussi loin que chaque mouture l'a permis, de façon à dépasser toujours le taux d'extraction de 70 pour 100.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 922; 16 décembre 1895.

MOUTURE SUR BLÉ TENDRE (MOULIN DE M. LOIR, A PARIS).

Produits successifs de la mouture sur 100kg de blé nettoyé.

	Poids et richesse en gluten sec.		Apport de gluten sec par chaque produit.	
Farine de 1er jet..........	33kg,00 à 11,81 %	apportent	3gr,92	de gluten sec
» du 1er convertisseur.	13,39 à 11,77	»	1,57	»
» du 2e »	5,67 à 10,18	»	0,58	»
» du 3e »	7,52 à 11,82	»	0,89	»
» du 4e »	0,25 à 12,44	»	0,03	»
Au taux d'extraction de....	**60kg,00**	la farine contient	6gr,99 = 12,65 %	
Farine du 4e convertisseur..	3,56 à 12,44 %	apportent	0,44	de gluten sec
» du 5e » ..	4,12 à 11,80	»	0,48	»
» de brosse	1,60 à 12,60	»	0,20	»
» bise...............	3,83 à 11,50	»	0,44	»
Total..........	13kg,11		1gr,66	»
Au taux d'extraction de....	**73kg,11**	la farine contient	8gr,55 = 11,69 %	

Les farines panifiables fournies par un même blé tendre contiennent donc :

A l'extraction de	73kg,11......	11,69 %	de gluten sec
	60kg,08......	11,65 %	
	Différence..	0,04 %	

MOUTURE SUR BLÉ TENDRE (MOULIN DE M. VAURY, A PARIS).

Produits successifs de la mouture sur 100kg de blé nettoyé.

	Poids et richesse en gluten sec.		Apport de gluten sec par chaque produit.	
Farine de 1er jet	54kg,90 à 11,37 %	apportent	6gr,24	de gluten sec
» du 5e convertisseur..	2,89 à 11,41	»	0,33	»
» des 6e, 7e et 8e convr	2,20 à 11,92	»	0,26	»
Au taux d'extraction de....	**60kg,00**	la farine contient	6gr,83 = 11,38 %	
Farine des 6e, 7e et 8e convr	5,00 à 11,92 %	apportent	0,36	de gluten sec
» du 9e convertisseur..	0,89 à 12,49	»	0,11	»
» du 5e broyeur	3,17 à 16,60	»	0,50	»
» de brosse	1,60 à 12,61	»	0,20	»
» bise...............	3.83 à 11,50	»	0,44	»
Total..........	12kg,49		1gr,64	»
Au taux d'extraction de....	**72kg,49**	la farine contient	8gr,47 = 11,68 %	

Les farines panifiables fournies par un même blé tendre contiennent donc :

A l'extraction de	$72^{kg},49$......	11,68 %	de gluten sec
	$60^{kg},00$......	11,38 %	
	Différence..	0,30 %	

MOUTURE SUR BLÉ DUR (MOULIN DE M. J. MAUREL, A MARSEILLE).

	Poids et richesse en gluten sec.			Apport de gluten sec par chaque produit.	
Minot extra.............	$27^{kg},41$	à 13,66 %	apportent	$3^{gr},74$	de gluten sec
Farine du 7ᵉ convertisseur.	5,50	à 13,97	»	0,82	»
Minot D................	11,67	à 14,45	»	1,69	»
Farine du 8ᵉ convertisseur.	8,15	à 14,42	»	1,17	»
Minot D²................	6,87	à 14,29	»	0,98	»
Au taux d'extraction de...	$60^{kg},00$		la farine contient	$8^{gr},40$ = 14,00 %	
Minot D²...............	$1^{kg},58$	à 14,29 %	apportent	$0^{gr},22$	
Minot M...............	12,60	à 14,81	»	1,86	
Total.........	$14^{kg},18$	à		$2^{gr},08$	
Au taux d'extraction de...	$74^{kg},18$		la farine contient	$10^{gr},44$ = 14,07 %	

Les farines panifiables, fournies par un même blé dur, contiennent donc :

A l'extraction de	$74^{kg},18$...........	14,07 %	de gluten sec.
	60,00...........	14,00	
	Différence.....	0,07 %	

» La démonstration qu'apportent les chiffres précédents est des plus nettes; entre les farines pures, au taux d'extraction de 60 pour 100, qui produisent le pain blanc, et les farines impures qui, aux taux d'extraction de 73,11 et 72,49 pour les blés tendres, au taux de 74,18 pour le blé dur, ne peuvent donner que du pain bis, la différence au point de vue de la teneur en gluten est insignifiante. Dans deux des cas examinés ci-dessus, elle n'atteint pas 1 millième du poids de la farine; dans le cas le plus défavorable elle représente 3 millièmes de ce poids.

» Si, d'ailleurs, au lieu de considérer les farines, on considère les pains qu'elles fournissent, on voit cette différence disparaître et même changer de signe. On oublie trop, en effet, que, suivant l'état de pureté des farines, les pains arrivent au consommateur en des états d'hydratation différents. Plus basse en est la qualité, plus grande est la quantité d'eau que

le pain retient à la sortie du four, et c'est pour cette cause qu'on voit les farines à 60 pour 100 d'extraction donner à la cuisson 132^{kg} à 135^{kg} de pain, tandis que les farines à 72-74 pour 100 en donnent 138^{kg} à 140^{kg}. De telle sorte que, pour obtenir un kilogramme de pain, il faut, au taux de 60 pour 100, pétrir $0^{kg},735$ de farine, tandis que $0^{kg},714$ suffisent si l'on met en œuvre des farines au taux de 72-74 pour 100.

» Si l'on applique à ces poids les teneurs respectives en gluten qui, tout à l'heure, ont été déduites de l'analyse des produits successifs de mouture qui composent chaque farine on arrive, à cette conclusion inattendue que le poids de gluten contenu dans 1^{kg} de pain est, pour les pains blancs provenant des farines à 60 pour 100 d'extraction :

Blé tendre.		Blé dur.
I.	II.	III.
86^{gr}	84^{gr}	103^{gr}

tandis que, pour les pains bis des farines à 73,11, 72,49, 74,18 pour 100 extraites des mêmes blés, ce poids est de

83^{gr}	83^{gr}	104^{gr}

» Les poids de gluten, en un mot, c'est-à-dire de la matière azotée plastique qui (les proportions de matières hydrocarbonées ne présentant pas de variations appréciables) sont habituellement pris comme mesure de la valeur nutritive des pains sont, dans l'un et l'autre cas, sensiblement identiques, de telle sorte qu'au préjugé que je m'attache à combattre depuis longtemps il convient de substituer cette donnée certaine qu'à poids égal le pain blanc des farines pures est aussi nourrissant que le pain bis des farines inférieures, comme aussi il est, au point de vue de la perméabilité par les sucs digestifs, de la digestibilité, de la conservation, etc., supérieur à celui-ci.

» Une autre objection, cependant, a été faite dans ces derniers temps à l'usage du pain blanc; on lui a reproché de ne pas apporter à notre alimentation une quantité d'acide phosphorique suffisante. C'est là encore une objection sans valeur; l'analyse et la pesée des produits si nombreux qui concourent à l'alimentation générale en fournissent la preuve certaine, mais l'examen de cette question exige quelques développements que je demande à l'Académie la permission de remettre à la prochaine séance. »

PHYSIQUE. — *Sur la théorie des gaz.*
Lettre de M. **Boltzmann** à M. Bertrand.

« Pardonnez-moi de ne pas être encore d'accord avec vous. S'il s'agit seulement de la distribution des vitesses en un seul moment, la fonction $F(v)$, que vous introduisez, reste en effet tout à fait indéterminée. Mais Maxwell pose la condition que la distribution des vitesses ne soit pas changée par les chocs. On peut facilement démontrer que, sous cette condition, la fonction $F(v)$ n'est plus tout à fait arbitraire. Si elle était arbitraire, elle pourrait être égale à N pour une certaine valeur de v, et zéro pour toutes les autres valeurs de v. Alors, toutes les molécules auraient la même vitesse. Mais on voit aisément que, alors, la condition de Maxwell ne serait plus remplie, parce que, après quelques chocs, certaines molécules auraient de moindres vitesses et d'autres en auraient de plus grandes, et la distribution des vitesses aurait changé. Si vous étudiez la manière dont on a jusqu'à présent introduit dans le calcul cette condition que la distribution ne soit pas altérée par les chocs, vous ne pourrez pas dire que vous avez démontré que la fonction $F(v)$ est arbitraire et qu'elle n'est point du tout déterminée par cette condition. Certainement, elle est déterminée, si l'on suppose que les centres des molécules et les directions des vitesses sont distribuées irrégulièrement dans l'espace, et si l'on exige que la fonction $F(v)$ ne soit pas altérée par les chocs. Seulement, vous pouvez dire que vous ne croyez pas qu'on ait introduit correctement cette condition dans le calcul. »

Réponse de M. **Bertrand**.

« Nous sommes d'accord sur un premier point. La première démonstration de Maxwell ne prouve rien et les problèmes qu'il propose et croit résoudre dans son premier Mémoire sont résolus par les formules que j'ai données et qui contiennent une fonction arbitraire.

» Maxwell, dans un second Mémoire, a ajouté une condition nouvelle à l'énoncé de son problème : il demande, comme vous voulez bien me le rappeler, que l'état du système ne soit pas changé par les chocs qui s'y produisent.

» Je crois avoir montré que la solution qu'il a donnée de ce second problème repose sur une supposition que rien ne justifie.

» Je suppose, quoique vous ne le disiez pas expressément, que vous pensez comme moi sur ce second Mémoire de Maxwell; peut-être n'avez vous pas lu la Note dans laquelle je l'examine, et à laquelle vous ne faites pas allusion.

» Il reste entre nous un désaccord.

» On a donné du théorème de Maxwell plusieurs démonstrations, dont les auteurs doivent inspirer confiance; vous croyez nécessaire de les examiner toutes avant de se prononcer sur les formules qu'elles prétendent justifier. La tâche, je vous l'avoue, m'effraye un peu et je n'ai vu encore qu'une seule de ces démonstrations, celle de Cellerier, sans avoir eu le loisir d'en examiner les détails.

» La cause de cette indifférence est, je vous l'avouerai, la conviction où je suis de la fausseté du théorème, à mes yeux complètement évidente.

» Si nous écartons la considération des chocs, on peut, contrairement à l'assertion de Maxwell, imaginer un nombre infini de distributions de vitesses, pour lesquelles l'aspect général du système sera le même dans toutes les directions. Cette condition étant remplie et le nombre des molécules étant infini il est évident qu'elle ne le perdra jamais, et je pourrais aisément en donner la démonstration rigoureuse; les grandeurs des vitesses pourront changer, cela est vrai, mais la force vive totale et, par conséquent, la force vive moyenne ne changeront pas puisque les molécules sont supposées parfaitement élastiques; la fonction $F(v)$ changera avec le temps, mais les propriétés du gaz seront permanentes et indépendantes des directions.

» Telles sont les considérations qui me semblent suffisantes pour me permettre de différer l'examen de toutes les démonstrations que vous avez bien voulu m'indiquer. »

PHYSIQUE. — *Influence de la température du réfrigérant sur les mesures cryoscopiques*. Note de M. **F.-M. Raoult**.

« Supposons que l'on veuille déterminer le point de congélation d'une dissolution aqueuse par la méthode cryoscopique ordinaire. Une éprouvette, contenant une certaine quantité de cette dissolution constamment agitée, est placée dans une enceinte dont la température est inférieure à

son point de congélation. Elle s'y refroidit. Lorsque sa température est suffisamment descendue au-dessous du point de congélation, on fait cesser la surfusion au moyen d'une parcelle de glace. Aussitôt la congélation se produit et la température du liquide remonte jusqu'à un certain point t_1. C'est ce point que l'on prend ordinairement pour la température de congélation de la partie restée liquide.

» En agissant de la sorte, on commet une erreur. La température apparente de congélation t_1 ainsi obtenue est, en effet, inférieure à la température variable de congélation t_0. La différence $t_0 - t_1$ est d'autant plus grande que la température de l'enceinte est plus basse et que la quantité de glace formée est plus faible. Il est facile de s'en rendre compte.

» La température de congélation t_1 correspond au moment où la vitesse v_1 du refroidissement, produit par le rayonnement, est égale à la vitesse R du réchauffement qui résulte de la congélation. En ce moment, t_1 est inférieur à t_0, c'est-à-dire que le liquide est surfondu. Or, on sait que, pour une même quantité de glace et une même agitation, la vitesse de formation de la glace est proportionnelle à la surfusion. La vitesse R du réchauffement par la congélation est donc proportionnelle à la différence qui existe entre la température actuelle t_1 et la température véritable de congélation t_0. Par suite, si l'on désigne par K la vitesse du réchauffement occasionné par la formation de la glace, lorsque la surfusion est de 1°, on a, sous les conditions indiquées,

$$R = K(t_0 - t_1).$$

» D'ailleurs, au moment considéré on a, comme nous l'avons dit,

$$v_1 = R.$$

» On peut donc écrire

$$v_1 = K(t_0 - t_1),$$

c'est-à-dire que l'écart $t_0 - t_1$, entre la température vraie et la température apparente de congélation, est égal au rapport $\frac{v_1}{K}$.

» MM. Nernst et Abegg sont arrivés au même résultat en 1894, mais à l'aide de considérations différentes et par l'emploi des Mathématiques supérieures (*Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*). Ils ont même entrepris de déterminer la grandeur du terme correctif $\frac{v_1}{K}$ et, pour y parvenir, ils n'ont rien trouvé de mieux que de mesurer directement et séparément v_1 et K au moyen d'expériences spéciales. La mesure

de v_1 est assurément facile. Malheureusement, celle de K est fort incertaine, et cela pour plusieurs raisons, dont la principale est que la surface totale de la glace formée change nécessairement au cours de chaque détermination. Il n'en faut pas davantage pour fausser le procédé.

» Je trouve beaucoup plus simple et surtout plus exact de calculer la véritable température de congélation au moyen de deux ou trois déterminations de la température apparente de congélation du même liquide, faites par la méthode ordinaire, à des températures différentes du réfrigérant, mais avec la même vitesse d'agitation et la même surfusion.

» Mon cryoscope à sulfure de carbone et à agitateur rotatif, qui permet de régler à volonté la température du réfrigérant et la vitesse de l'agitation, convient très bien pour cet objet (*Comptes rendus* du 8 février 1892; *Revue scientifique* du 15 septembre 1894).

» Soient t_1, t_2, t_3 les températures apparentes de congélation trouvées, pour le liquide considéré, dans trois déterminations successives, faites dans ces conditions, et v_1, v_2, v_3 les vitesses de refroidissement correspondantes, mesurées avant la formation de la glace.

» Sur un papier quadrillé, on porte les vitesses de refroidissement v_1, v_2, v_3 en abscisses, et les températures de congélation t_1, t_2, t_3 en ordonnées. Si, conformément aux indications de la théorie, les trois points t_1, t_2, t_3 sont en ligne droite, c'est une preuve que les expériences ont été bien faites. On prolonge cette droite jusqu'à l'axe des ordonnées, et l'ordonnée t_0 du point d'intersection (c'est-à-dire l'ordonnée à l'origine) est la température de congélation qui correspond à une vitesse de refroidissement nulle. C'est donc la véritable température de congélation t_0 de la partie de la dissolution restée liquide.

» Il résulte des expériences que j'ai exécutées de cette manière que, pour différentes dissolutions inégalement concentrées d'une même substance dans l'eau, l'écart $t_0 - t_1$ est, *toutes choses égales d'ailleurs*, proportionnel à la concentration et, par conséquent, proportionnel à l'abaissement du point de congélation.

» Si donc

C_0 est l'abaissement véritable du point de congélation, calculé au moyen de la température véritable de congélation t_0,

C_1 l'abaissement apparent du point de congélation, calculé au moyen de la température apparente de congélation t_1,

q une quantité qui reste constante (sous les conditions indiquées) tant que la nature des corps dissous ne change pas,

on a

$$t_0 - t_1 = q C_0.$$

» Mais, d'autre part,

$$C_1 - C_0 = t_0 - t_1.$$

» Il en résulte

$$C_1 = C_0 (1 + q).$$

» Les valeurs de C_0 et de C_1 sont donc dans un rapport constant pour toutes les dissolutions inégalement concentrées d'un même corps; par suite, les lois, suivant lesquelles les abaissements du point de congélation varient avec la concentration, sont les mêmes pour les abaissements véritables C_0 et pour les abaissements apparents C_1, *si ces derniers sont tous déterminés d'après le même mode opératoire*.

» Comme il est aisé de le reconnaître, le terme correctif q est égal à $\frac{v_1}{KC_0}$. Ce terme peut donc varier avec la température de l'enceinte, la nature de la substance dissoute, la grandeur de la surfusion, le mode d'agitation, etc.; mais, dans les expériences convenablement conduites, il ne prend jamais une importance notable. Voici, en effet, les valeurs qu'il a atteintes pour diverses dissolutions aqueuses, avec mon appareil et dans les circonstances où j'opère habituellement; c'est-à-dire, quand la surfusion est de 0°,5, la vitesse de l'agitateur de 5 tours par seconde et la température de l'enceinte de 3° au-dessous du point de congélation :

Eau pure..............................	$q = 0,001$,
Dissolutions d'acide sulfurique.........	$q = 0,004$,
» d'acide chlorhydrique.....	$q = 0,002$,
» de sucre.................	$q = 0,002$,
» d'alcool..................	$q = 0,005$,

toutes quantités fort petites et qui, dans la grande majorité des cas, peuvent être négligées.

» De tout ce qui précède, il résulte que, quand on opère par la méthode ordinaire et suivant les règles que j'ai indiquées :

» 1° L'influence de la température de l'enceinte n'altère en rien les lois relatives aux abaissements des points de congélation des dissolutions inégalement concentrées d'un même corps;

» 2° Elle ne modifie sensiblement ni les valeurs particulières des abaissements moléculaires des différents corps, ni les lois qui règlent leurs rapports;

» 3° Elle peut être mesurée et corrigée dans chaque cas particulier.

» C'est donc à tort qu'on a récemment signalé cette influence comme une cause importante et inévitable d'erreur dans l'emploi de la méthode cryoscopique ordinaire. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de vérifier les comptes de l'année 1895.

MM. **Mascart** et **Maurice Lévy** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de décerner, en 1896, le prix fondé par le baron *Larrey*.

MM. **Guyon**, **Lannelongue**, **Marey**, **Bouchard** et **Potain** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P. Blandin** adresse une Note « Sur un cas d'incrustations calcaires aux environs de Paris ».

(Commissaires : MM. Hautefeuille, Marcel Bertrand.)

M. **Marcus Hartog** adresse, pour le concours du prix Desmazières, un Mémoire ayant pour titre : « Cytologie des organes de végétation et de reproduction chez les Saprolégniées ».

(Renvoi à la Commission du prix Desmazières.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Les résultats intéressants publiés par M. Korkine (*Comptes rendus*, 25 mai 1896) me donnent l'occasion de revenir sur une question que j'ai

traitée antérieurement et qui renferme, comme cas particulier, le problème de M. Korkine.

» Cette question s'énonce ainsi : *Étant donnée une équation différentielle*

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{P(y, x)}{Q(y, x)},$$

où P *et* Q *sont deux polynomes en* y (*de degré* p *et* q) *qui dépendent de* x *d'une façon quelconque, reconnaître si l'intégrale de cette équation peut s'écrire*

$$(2) \qquad h(x)[y - g_1(x)]^{\lambda_1}[y - g_2(x)]^{\lambda_2}\ldots[y - g_n(x)]^{\lambda_n} = C,$$

$h, g_1, \ldots, g_n$ *désignant des fonctions inconnues de* x, $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$ *des constantes numériques inconnues,* C *la constante arbitraire* (*n est un entier donné*). On retombe sur le problème de M. Korkine quand on suppose que $h(x)$ est égal à 1, et que $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$ sont des quantités données *toutes distinctes :* cette dernière restriction est la plus importante.

» Quand l'intégrale est de la forme (2), *il existe un multiplicateur* $M(y, x)$ *du binome* $Q\,dy - P\,dx$, *qui est un polynome en* y *de degré égal à* $n - (q + 1)$ *ou à* $n - (q + 2)$ *suivant que la quantité* $\Sigma\lambda$ *est différente de zéro ou égale à zéro*. C'est sur cette remarque que repose la méthode que j'ai indiquée (voir les *Comptes rendus*, janvier-février 1892).

» Les résultats auxquels conduit cette méthode s'énoncent ainsi :

» *S'il n'existe qu'un multiplicateur distinct* ([1]) *de la forme* $M(y, x)$, les fonctions $g_1, \ldots, g_n$ s'obtiennent *algébriquement* en fonction des coefficients de P, Q; $h(x)$ s'obtient par une *quadrature logarithmique*.

» S'il existe au moins *deux multiplicateurs* $M(y, x)$ *distincts*, l'intégrale générale $y(x)$ de (1) ne prend qu'un nombre *limite* de valeurs autour des points critiques mobiles. L'intégrale $y(x)$ vérifie une relation de la forme

$$(3) \qquad \frac{H(y, x)}{K(y, x)} = u, \qquad \frac{du}{dx} = \alpha u^2 + \beta u + \gamma,$$

H et K étant deux polynomes en y de degré ν, dont les coefficients, ainsi que α, β, γ, se calculent *rationnellement* en fonction des coefficients de l'équation (1).

([1]) Je ne regarde pas comme distincts deux multiplicateurs qui ne diffèrent que par un facteur constant.

» L'équation (3) peut encore s'écrire

$$(4) \qquad \frac{H(y,x)}{K(y,x)} = \frac{Cf_1 + f}{C\varphi_1 + \varphi},$$

$f_1, f, \varphi_1, \varphi$ étant certaines fonctions de x, C la constante.

» Appelons valeurs *remarquables* de C, les valeurs C_0 (s'il en existe) telles que, pour x quelconque, l'équation (1) en y ait des racines multiples (qui peuvent être infinies). S'il existe une valeur remarquable, on peut mettre l'intégrale sous la forme (3) où α est nul; s'il existe deux valeurs remarquables, on peut supposer, dans (3), α et γ nuls; l'intégrale de (1) est alors donnée par une quadrature qui définit $h(x)$; quand h est égal à 1, l'intégrale s'obtient algébriquement. *Si tous les exposants* λ *sont distincts, il existe au moins deux valeurs remarquables* C. D'où ce théorème :

» *Étant donnée une équation* (1), *on peut toujours reconnaître, à l'aide d'un nombre fini d'opérations rationnelles, si son intégrale est de la forme* (2) (*l'entier n étant donné*). *Quand il en est ainsi, deux cas sont possibles : ou bien* $g_1, \ldots, g_n$ *dépendent algébriquement des coefficients de* (1) *et* $h(x)$ *est donné par une quadrature logarithmique; ou bien l'équation* (1) *se ramène rationnellement à une équation de Riccati* [d'après les formules (3)]. En particulier, on sait toujours reconnaître si l'intégrale se laisse mettre sous la forme de M. Korkine ($h \equiv 1$, $\lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \ldots \neq \lambda_n$), et, quand il en est ainsi, *cette intégrale s'obtient algébriquement.*

» Posons-nous maintenant le problème inverse : *Former toutes les équations différentielles* (1) *dont les coefficients soient, par exemple, rationnels en* x [1] *et dont l'intégrale se laisse mettre sous la forme* (2).

» La réponse s'énonce ainsi. Toutes les équations (1) cherchées s'obtiennent *par un des trois procédés suivants :*

» 1° En dérivant l'égalité : $h(x)\, G_1(y,x)^{\lambda_1} \ldots G_m(y,x)^{\lambda_m} = C$, où les G sont des polynomes en x, y et où $h = e^{\int k(x)\,dx}$, k étant *rationnel* en x.

» 2° En remplaçant dans l'équation linéaire

$$\frac{du}{dx} = \beta u + \gamma,$$

u par $\frac{H(y,x)}{K(y,x)}$, H et K étant des polynomes en y dont les coefficients, ainsi que β et γ, sont rationnels en x.

---

(1) Au lieu de regarder comme *données* la classe des fonctions rationnelles de x, on peut traiter le même problème en regardant comme données n'importe quelle classe de fonctions de x.

» 3° En remplaçant dans l'équation de Riccati

$$\frac{du}{dx} = \alpha u^2 + \beta u + \gamma,$$

u par $\frac{H(y, x)}{K(y, x)}$, les coefficients de H, K, ainsi que α, β, γ, étant rationnels en x.

» Les équations de M. Korkine s'obtiennent toutes par le procédé 1°, où $h \equiv 1$.

» J'ai indiqué également la relation qui existe entre le degré de l'équation (1) en y, le nombre n des facteurs de (2) et les valeurs remarquables de C. Je renvoie pour la démonstration de ces résultats à mon Mémoire sur les équations du premier ordre, et aux Notes déjà citées (*Comptes rendus,* janvier 1892). »

MÉCANIQUE. — *Sur la régulation des moteurs*. Note de M. **L. Lecornu**. présentée par M. H. Léauté.

« Dans ma précédente Note (*Comptes rendus,* 26 mai 1896), j'ai envisagé uniquement l'effet d'une variation brusque du moment moteur, représentée par une constante c. Je voudrais compléter cette théorie, en indiquant comment se comporte l'appareil décrit lorsque la différence, c, entre le moment moteur et le moment résistant, c'est-à-dire le moment effectif, éprouve des variations quelconques. Si c est une fonction du temps, on trouve aisément, avec les notations déjà employées,

$$\omega - \omega_1 = \frac{\alpha + \beta}{An(\alpha - \beta)}\left(e^{-\beta t}\int ce^{\beta t}\,dt - e^{-\alpha t}\int ce^{\alpha t}\,dt\right).$$

» Il est inutile de préciser dans le second membre les constantes d'intégration : elles n'introduisent dans la valeur de $\omega - \omega_1$ que des termes évanouissants.

» Supposons, en particulier, qu'on ait affaire à une variation périodique représentée par l'expression $c = c_0 \sin \gamma t$, c_0 et γ étant des constantes. En posant $\operatorname{tang}\varphi = \frac{(\alpha + \beta)\gamma}{\alpha\beta - \gamma^2}$, il vient

$$\omega - \omega_1 = \frac{c_0}{An}\frac{\alpha + \beta}{\sqrt{(\alpha^2 + \gamma^2)(\beta^2 + \gamma^2)}}\sin(\gamma t - \varphi).$$

» La vitesse angulaire éprouve donc une variation de même période que

celle du moment effectif, avec une différence de phase égale à φ. L'amplitude est $\frac{2c_0}{An}\frac{\alpha+\beta}{\sqrt{(\alpha^2+\gamma^2)(\beta^2+\gamma^2)}}$. En l'absence de tout régulateur, elle serait $\frac{2c_0}{An\gamma}$. Le régulateur a donc pour effet de multiplier l'amplitude par le facteur $\frac{(\alpha+\beta)\gamma}{\sqrt{(\alpha^2+\gamma^2)(\beta^2+\gamma^2)}}$, qui peut s'écrire $\sqrt{1-\frac{(\alpha\beta-\gamma^2)^2}{(\alpha^2+\gamma^2)(\beta^2+\gamma^2)}}$. Ce facteur n'est jamais supérieur à l'unité; par conséquent, *la présence du régulateur n'exagère en aucun cas l'importance des oscillations dues aux petites variations périodiques du moment effectif*. On voit même que le régulateur agit pour réduire les oscillations, sauf dans le cas exceptionnel où l'on aurait $\gamma=\sqrt{\alpha\beta}$, c'est-à-dire si la période $\frac{2\pi}{\gamma}$ de l'oscillation était exactement égale à $\frac{2\pi}{\sqrt{\alpha\beta}}$, ou, ce qui revient au même, à $2\pi\sqrt{\frac{An}{\lambda h}}$; en pareil cas, l'effet du régulateur serait nul vis-à-vis de cette oscillation particulière.

» Je profite de l'occasion pour rectifier une petite faute d'impression laissée dans ma première Note. L'inégalité fondamentale doit s'écrire

$$A\omega_1^2 nh\sin^2 i > 4\rho^2\lambda,$$

en rétablissant au premier membre le facteur A, moment d'inertie du volant. En ce qui concerne ce moment d'inertie, j'ai parlé de sa valeur exprimée en kilogrammètres-secondes. J'ai voulu dire par là que les unités sont le kilogramme (*poids*), le mètre et la seconde, et que, par exemple, un moment d'inertie de 500 équivaut, en vertu de la formule $A=\frac{P}{g}r^2$, à un poids de $500\times 9{,}80$, soit 4900^{kg}, placé à 1^m de l'axe de rotation. »

GÉODÉSIE. — *Observations sur les erreurs causées par les variations de température dans les instruments géodésiques*. Mémoire de M. **F.-A. Aimo.**

« Les opérateurs connaissent les changements fréquents qui surviennent dans les dimensions des bulles employées dans les divers instruments géodésiques couramment usités dans la pratique, niveaux à bulle, cercles répétiteurs, tachéomètres, etc....; on observe, en effet, que les bulles se réduisent, en longueur et en diamètre, au fur et à mesure que la température diurne s'élève sous l'effet des radiations solaires; au point que, par moments, malgré toute la précision avec laquelle l'opérateur peut avoir réglé son instrument, la bulle devient presque insensible : les opérateurs la

disent alors paresseuse ou folle, et la manœuvre des vis calantes est, par suite, plus longue et plus fastidieuse.

» On obvie, en partie, à cet inconvénient, en recouvrant l'instrument d'un parasol, lequel présente, en outre, l'avantage de moins fatiguer la vue de l'opérateur appelé à adapter, souvent toute une journée, son œil contre l'oculaire d'une lunette; mais nous avons dit en partie, seulement, parce que le parasol, ne constituant qu'un écran facilement pénétrable, ne garantit point l'instrument contre toutes les radiations solaires directes; il reste, en plus, les radiations latérales de réflexion ou autres; toutes ces causes continuent donc à agir sur la bulle, dans l'ombre relative qui l'environne; on constate, d'ailleurs, que dès que la température du milieu ambiant s'abaisse la bulle tend à reprendre aussitôt sa mobilité première. Il résulte de là qu'il est prudent de renoncer à opérer pendant les fortes chaleurs, si l'on tient à obtenir des résultats aussi précis que possible.

» Or, ces influences catoptriques ne s'exercent pas seulement sur les bulles, mais aussi sur l'ensemble des diverses parties des appareils métalliques ou autres qui les accompagnent dans ces mêmes instruments.

» Il nous a été donné d'observer, en effet, que les radiations calorifiques solaires, directes ou non, modifient, sur le terrain, les caractères géométriques des lunettes construites à l'atelier, c'est-à-dire dans un milieu se trouvant généralement à l'abri de ces mêmes influences. L'échauffement qui en résulte fait inégalement dilater toutes les pièces, chacune avec son coefficient spécial de dilatation propre, et les résultats des lectures sur la mire subissent eux-mêmes des altérations très sensibles, suivant que l'on opère, soit vers midi, soit avant ou après; car, la croisée des fils, obtenue à l'aide de fils de toile d'araignée, se déforme ainsi, du reste, que le tube métallique de la lunette, les lentilles en cristal, les colliers et axes divers, les plateaux, etc...

» Aussi, bien qu'employant toutes les précautions d'usage et nous plaçant dans les meilleures conditions désirables en ce qui concernait :

» 1° Le réglage des diverses parties d'un niveau, à bulle indépendante, sortant des ateliers de l'École nationale des Ponts et Chaussées;

» 2° L'équidistance complète entre les coups arrière et ceux avant, limitée à 100 mètres de chaque côté de l'instrument;

» 3° La fermeté et la régularité du terrain à parcourir, chaussée d'une route en palier;

» 4° La verticalité absolue d'une mire parlante, et en opérant par beau temps;

» 5° La sécurité des points, où était posée chaque fois la mire, en assujettissant, à ras de sol, des pointes ferrées à tête horizontale,

nous avons constaté, sur une longueur de 1 kilomètre de nivellement, des différences atteignant, parfois, $0^m,025$ entre les résultats obtenus vers midi et ceux du matin ou du soir.

» Nous avons longtemps hésité, lorsque le remarquable travail de M. Maurice Hamy, présenté, dans le courant du mois de mars 1896, à l'Académie des Sciences de Paris, sur l'action perturbatrice exercée, sur les instruments fondamentaux de l'Astronomie, par les radiations calorifiques émanant de lumières installées dans les salles méridiennes, nous a encouragé à communiquer les résultats de nos observations parallèles sur le terrain, afin de prévenir les opérateurs consciencieux contre les nivellements qu'ils supposent quelquefois erronés, alors que, n'ayant rien à se reprocher à eux-mêmes, les erreurs doivent être attribuées aux instruments ou plutôt aux variations de température.

» Il est hors de doute que l'on peut facilement obtenir des résultats approchés à un ou deux millimètres près, dans des circuits nivelés en une séance de durée relativement courte, car dans ce laps de temps les perturbations sont généralement insignifiantes; mais, dès que des instruments géodésiques ont été soumis à des échauffements et à des refroidissements successifs, dans le courant d'une même journée, il faut s'attendre à des différences très sensibles, et l'opérateur n'est plus responsable des variations constatées.

» Ainsi disparaît la légende concernant des nivellements de plusieurs centaines de kilomètres de longueur et obtenus, par un seul et même opérateur, à quelques centimètres près, toutes corrections faites sur la rotondité et la réfraction de la Terre.

» Un procédé, recommandé pour se garantir le plus possible contre des incertitudes de ce genre, pour des nivellements d'une grande précision, consiste à prendre la moyenne des cotes obtenues, en chaque point, par une même personne ayant nivelé à deux heures différentes de la journée.

» Nous avons aussi observé que deux opérateurs passant le même jour, par les mêmes points, dans des conditions complètement identiques, mais avec des niveaux à bulle de fabrication différente, trouvent quelquefois des écarts atteignant deux et même trois centimètres de hauteur, pour se rapprocher ensuite; puis, enfin, obtenir sensiblement l'un en plus ce que l'autre avait en moins vers le début des opérations de contrôle et de vérification.

» Dans ce cas, la moyenne des résultats des deux opérateurs s'ap-

proche certainement beaucoup plus de la ligne brisée mathématique constituant le nivellement proposé, que l'un quelconque des deux résultats respectifs.

» C'est ce dernier procédé que nous avons employé avec fruit, sur les conseils et la direction de M. Delpit, ingénieur des Ponts et Chaussées à Bastia, en opérant, de concert avec M. Robert, chef de section de l'Hydraulique agricole, pour effectuer le nivellement d'une base, de 100 kilomètres environ de longueur, à travers la plaine orientale de l'île de Corse. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres des métalloïdes dans les sels fondus. Soufre.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

« Un certain nombre de sels fondus, soumis à l'action de l'étincelle condensée, donnent, ainsi que je l'ai fait connaître pour les sels haloïdes ([1]), le spectre de lignes du métalloïde qu'ils contiennent, spectre qui vient s'ajouter à celui du métal renfermé dans le sel. Ces spectres de lignes des métalloïdes sont très brillants, à peu près autant que ceux des métaux, faciles à obtenir, et évitent l'emploi, toujours délicat, des tubes de Plücker ou à gaines, en donnant une intensité lumineuse supérieure. Ils fournissent des types de comparaison commodes, c'est pourquoi j'en ai poursuivi l'étude, bien que la sensibilité de la recherche des métalloïdes par cette méthode ne dépasse certainement pas les procédés de l'analyse par voie humide.

» J'ai repris ainsi l'examen du spectre de lignes du soufre, déjà commencé dans les minéraux ([2]), en faisant porter mes recherches sur les sels fondus dont le soufre est un des constituants, tels que les sulfures, les sulfates et en général les composés sulfurés non décomposables par la chaleur. Le dispositif employé a déjà été décrit; il me suffira de rappeler qu'une bobine d'induction, donnant 4^{cm} à 5^{cm} d'étincelle, charge un condensateur de 20^{dmq} à 40^{dmq} de surface, formé de bouteilles de Leyde dont la décharge, éclatant entre deux fils de platine aplatis et recouverts du sel en

---

([1]) *Comptes rendus*, 8 juillet 1895. — Les fluorures se comportent différemment et feront l'objet d'une Note ultérieure.

([2]) *Comptes rendus*, 2 juillet 1894. — Voir la Planche donnant le schéma du spectre de lignes du soufre.

fusion, dissocie celui-ci dans son étincelle (trait de feu) qui est étudiée au moyen d'un spectroscope à deux prismes.

» Quel que soit le sel contenant du soufre, on obtient le même spectre de lignes de ce corps qu'avec les sulfures métalliques solides (minéraux conducteurs, par exemple), ou qu'avec le soufre libre, soit fondu sur les deux électrodes, soit renfermé dans un tube de Plücker; on a donc un spectre de dissociation complète. Les sels fondus ont, pour cette étude, l'avantage sur les minéraux de pouvoir être purifiés des matières étrangères venant compliquer le spectre, principalement dans le violet (traces de fer et de calcium, par exemple). J'ai fait usage principalement des sels alcalins et des sulfates, de préférence aux sulfures, ces derniers attaquant plus ou moins les fils ou spatules de platine sur lesquels on les met en fusion. Je donne ici mes mesures de longueur d'onde des principales raies du soufre visibles dans les sels fondus ou les minéraux, m'étant borné, dans ma Note du 2 juillet 1894, à présenter les anciennes valeurs de M. Salet pour les lignes identifiées par moi.

	645,5	bien visible.	α	567,2	bien visible.	β	547,3	bien visible.
φ	640,2	bien visible.		566,2	ass. bien vis.		545,2	forte.
	638,9	bien visible.		565,1	bien marquée.		543,4	forte.
ψ	631,9	bien marquée.		564,2	bien marquée.		542,9	forte.
	630,8	bien marquée.		560,7	bien marquée.	γ	534,2	forte.
	629,0	bien marquée.		550,8	bien marquée.		532,0	forte.
δ	521,9	bien marquée.	η	481,4	bien visible.			
	521,2	forte	θ	471,6	bien visible.			
	520,1	forte.	μ	455,1	bien marquée.			
	503,2	bien visible.		452,5	bien marquée.			
	502,1	bien visible.		448,4	bien marquée.			
ζ	492,5	bien visible.		446,4	bien marquée.			

» Les autres raies du soufre, d'une importance secondaire, ont été facilement mesurées; ce sont les mêmes que j'ai trouvées dans les minéraux; elles figurent au spectre du soufre dans mon *Analyse spectrale directe des minéraux* (¹). Je signalerai pourtant les deux groupes les plus réfrangibles Sπ et Sρ :

π	429,5	428,4	426,9	425,1
ρ	417 env.	416 env.	415 env.	

(¹) 1 vol. Paris, Baudry et Cie, 1895, et *Bull. de la Société française de Minéralogie,* t. XVIII, p. 190.

qui sont faibles, mais plus facilement visibles que dans les minéraux à cause de l'absence des raies du fer dans les sels alcalins purs, où l'on a d'ailleurs quelquefois à éliminer les raies violettes du calcium et du strontium dont les traces sont discernables seulement dans cette partie du spectre.

» D'une manière générale, on n'a eu à tenir compte que des raies les plus vives du métal alcalin contenu dans le sel, les lignes secondaires disparaissant devant l'éclat du spectre brillant du soufre. D'ailleurs, les quelques raies de ce corps masquées par les lignes capitales d'un métal ont été facilement retrouvées en variant la base du sel. Je me propose du reste de résumer, dans une prochaine Communication, la manière dout se présentent les spectres des métaux alcalins lorsqu'ils sont donnés par la dissociation de leurs sels fondus au moyen de l'étincelle fortement condensée [1]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Contribution à l'étude des entraînements*. Note de M. **Lachaud**, présentée par M. Schützenberger.

« On a souvent constaté les propriétés d'entraînement de certains corps, en leur donnant le plus généralement le nom d'*affinités capillaires* (Chevreul, Duclaux, etc.), mais sans les étudier systématiquement. J'ai cherché à préciser quelques-unes de ces propriétés sur le noir animal, et citerai quelques-uns des chiffres trouvés au cours de cette recherche.

» *Hygrométricité*. — Le noir absorbe l'humidité de l'air en quantité fixe pour chaque échantillon et chaque température, et décroissant rapidement avec le degré. Exemple : 3,5 pour 100 à 45° et 18 pour 100 à 12°.

» *Actions sur les dissolutions, équilibres*. — Pour les noirs en grain et à texture compacte, l'équilibre peut être très lent et même impossible à obtenir, le phénomène se compliquant d'une circulation intérieure qui peut être très lente. Pour des produits très fins et légers, l'équilibre est complet entre trente et quarante minutes. Nous avons opéré sur ces noirs débarrassés des produits pouvant agir chimiquement (cendres et carbures) par lavages à l'acide et calcination.

» Les expériences ont été faites en faisant agir 5^{gr} de noir sur 100^{cc} de solution et dosant la richesse de la solution avant et après une action du noir, d'une heure et demie à deux heures. Cette méthode et la nature

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie organique de M. Friedel, à la Sorbonne.

des produits employés ne permettant pas d'obtenir des chiffres rigoureusement exacts, on évite les erreurs en opérant les dosages par les mêmes méthodes et au même moment.

» La réaction acide ou alcaline est sans importance sur les quantités absorbées; le dissolvant a une influence variable, nulle si l'on ajoute de l'alcool à une solution de dextrine, diminuant la quantité de tannin absorbé des deux tiers, si l'on remplace l'eau comme dissolvant par l'alcool ou l'éther.

» La quantité absorbée pour un échantillon et une même température est uniquement fonction de la *concentration du liquide après l'absorption*, on peut en déduire des courbes représentant le phénomène et indiquant le moment où l'absorption sera complète.

» Quelques résultats sont consignés dans le Tableau suivant, où sont indiqués, pour chaque corps marqué, la quantité du corps pour 100 de noir fixé [(quantité absorbée, Q. abs.), pour une richesse finale indiquée pour 100^{cc} de liquide : (quantité restante, Q. R.)], ainsi que la richesse maximum du noir au moment où l'absorption est complète.

Quinine (en alcool).		Violet méthyle.		Acide salicylique.		Tannin.		Dextrine.		Gélatine à 70°.	
Q. R. pour 100.	Q. abs. pour 100.	Q. R. pour 100.	Q. abs. pour 100.	Q. R. pour 100.	Q. abs. pour 100.	Q. R. pour 100.	Q. abs. pour 100.	Q. R. pour 100.	Q. abs. pour 100.	Q. R. pour 100.	Q. abs. pour 100.
0,000	»	»	»	»	»	0,000	20,0	0,000	15,8	0,000	»
0,035	5,5	0,032	6,62	0,103	3,45	0,030	36,0	0,187	29,2	0,085	7,0
0,095	10,5	0,062	13,3	0,200	5,52	0,215	45,7	0,810	33,1	0,342	9,9
0,180	15,0	0,105	19,68	0,500	8,66	0,375	47,5	1,438	34,2	0,910	15,55
0,282	19,2	0,227	24,0	1,366	10,48	1,080	51,0	2,255	36,5	2,065	21,0
0,602	25,3	0,410	26,9	2,656	13,38	1,895	53,2	»	»	»	»
1,145	33,1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

» C'est-à-dire que, pour le tannin qui a donné les chiffres les plus forts, une solution de tannin est complètement épuisée par du noir, tant que celui-ci ne se charge pas de plus de 20 pour 100 de son poids en tannin. Et lorsqu'une solution, agitée avec le noir en question, contient ensuite $1^{gr},895$ pour 100 par exemple, c'est que chaque gramme de cet échantillon s'est chargé de 532^{mgr}, 53,2 pour 100 de tannin.

» *Action sur un mélange.* — Cette action varie suivant les corps étudiés. En faisant agir le noir sur un mélange d'acide salicylique et de dextrine, on voit que l'absorption de la dextrine est presque complètement entravée par de faibles quantités d'acide salicylique qui, lui, est absorbé comme s'il

était seul, et qu'au contraire, lorsqu'on fait agir le noir sur un mélange de dextrine et de salicylate de baryte, les deux corps sont absorbés, mais la dextrine l'est de préférence au salicylate. Ainsi le noir animal peut faire un choix des corps absorbables au sein d'un mélange.

» *Dissociation.* — La tendance à la dissociation est naturellement variable suivant la forme de la courbe d'absorption; dans certains cas elle ne peut être complète, dextrine, tannin, et la transformation des corps absorbés par les agents chimiques est rendue très difficile, comme par exemple la saccharification de la dextrine par les acides.

» *Rôle de la porosité.* — Elle ne paraît pas être la cause principale, comme le nom d'*affinité capillaire* qui a servi à désigner ces phénomènes pourrait le faire croire. Si l'on augmente la porosité du noir en dissolvant les matières minérales qui le chargent, le pouvoir absorbant n'augmente que suivant la même proportion que le carbone, seul agent actif.

» Si l'on diminue la porosité en chargeant de tannin, calcinant, etc., plusieurs fois, le poids du noir augmente et son pouvoir absorbant diminue lentement comme si on l'avait seulement chargé d'un corps inerte.

» *Influence du poids moléculaire dans une série.* — Les expériences faites sur les salicylates montrent que ces corps se sont à peu près classés dans l'ordre des poids moléculaires; on a en effet, par ordre d'intensité, les salicylates de sodium, lithium, potassium, magnésium, baryum; mais, même dans ce dernier, la quantité d'acide du salicylate absorbé était inférieure à la quantité d'acide libre absorbé dans les mêmes conditions.

» *Comparaison des noirs entre eux.* — Si l'on cherche à comparer les courbes de quelques noirs vis-à-vis de plusieurs corps, on constate que ces courbes se sont pas parallèles et peuvent même se croiser, et qu'un noir excellent absorbant pour un corps donné peut-être médiocre pour un autre. Voici les valeurs d'absorption pour 3 produits, la richesse finale étant 0,5 pour 100 et l'un servant d'unité = 100.

	Pour		
Nature du noir.	dextrine.	gélatine.	acide salicylique.
Noir lavé (7 pour 100 cendres)....	100	100	100
Noir Girard.	37	133	25
Noir non lavé..................	20	25	réaction des sels.

» On ne peut donc espérer donner une méthode exacte d'analyse des noirs au point de vue pratique.

» Ces phénomènes peuvent être variables en quantités, mais doivent rester de même nature si les noirs ne contiennent plus de sels ou de car-

bones pouvant agir individuellement, et dont on peut les priver par calcination et lavages à l'acide. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de la potasse.* Note de M. **Charles Fabre.**

« 1. Le dosage de la potasse par précipitation des sels potassiques à l'état de chlorure double de platine et de potassium est de tous les procédés de dosage celui qui fournit les résultats les plus exacts. La lenteur des opérations constitue le seul reproche que l'on puisse faire à ce procédé classique : cette lenteur est un obstacle sérieux à l'utilisation de ce mode opératoire quand il s'agit d'effectuer de nombreux dosages. Soit pour simplifier le travail, soit pour assurer la précision des résultats, de nombreuses variantes ont été proposées : Mohr (*Zeitscht. f. analyt. Chemie*, t. XIII, p. 173) dessèche le chloroplatinate de potassium et le réduit au rouge sombre en présence d'oxalate de soude : dans le résidu il dose le chlore par les méthodes volumétriques. MM. Corenwinder et Contamine préfèrent réduire le chloroplatinate de potassium par le formiate de soude (*Comptes rendus*, 24 novembre 1879); ils pèsent le platine réduit et, du poids obtenu, déduisent la quantité de potasse existant dans l'échantillon.

» 2. Le procédé de Mohr exige la dessiccation du chloroplatinate avant son mélange avec l'oxalate de soude; la calcination doit d'ailleurs être effectuée très soigneusement, mais le dosage s'achève avec régularité par l'emploi de la solution décinormale d'argent et le chromate de potasse comme indicateur.

» En pesant le platine réduit suivant les prescriptions de MM. Corenwinder et Contamine, les résultats obtenus sont plus exacts : cependant il peut arriver que le platine réduit soit à l'état de précipité très divisé passant au travers des filtres : pour rassembler ce précipité, M. Woussen (*Ann. agr.*, t. XIII, p. 431) a recommandé l'addition de quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique à la liqueur bouillante dans laquelle le platine a été réduit : il faut encore faire bouillir cette liqueur, recueillir le précipité, le dessécher, le calciner, le peser, opérations relativement longues.

» 3. J'ai trouvé que l'on pouvait abréger très notablement le temps nécessaire à ces dosages en dissolvant dans l'eau bouillante le chloroplatinate de potassium et réduisant le platine à l'état métallique par l'emploi

d'un métal, puis titrant dans cette dissolution le chlore provenant du chloroplatinate de potassium; j'opère de la manière suivante :

» La dissolution du sel de potasse à doser est évaporée au bain-marie avec un léger excès de chlorure de platine; j'ajoute, vers la fin de l'opération, quelques gouttes d'eau régale de manière à détruire les composés ammoniacaux qui auraient pu exister. Le résidu est repris par quelques centimètres cubes d'eau distillée et évaporé de nouveau; le résidu de cette évaporation est broyé dans la capsule évaporatoire avec quelques centimètres cubes d'alcool à 90°; on recueille le résidu sur un filtre, on lave à l'alcool jusqu'à ce que la dissolution alcoolique soit incolore; on termine le lavage en faisant passer sur le filtre quelques centimètres cubes d'éther, de manière à déplacer l'alcool qui imprègne le résidu : l'éther s'évapore rapidement (des traces d'alcool, de matières organiques réduisent ultérieurement le chromate de potasse qui sert d'indicateur dans le dosage par la solution d'argent). Le précipité de chloroplatinate qui reste sur le filtre est traité par l'eau bouillante; dans la liqueur limpide ainsi préparée j'ajoute le métal destiné à réduire le chloroplatinate; cette réduction étant rapidement effectuée, je titre le chlore existant dans la liqueur filtrée; de la quantité de chlore, je déduis la quantité de potasse.

» 4. Presque tous les métaux utilisables pour cette réaction donnent, dans les solutions de chloroplatinate de potassium, un précipité de platine très ténu, qui passe au travers des filtres, obstacle sérieux à un bon titrage de la liqueur. On peut éviter cet inconvénient en employant le magnésium en poudre tel qu'on le trouve dans le commerce. Je lave ce magnésium d'abord à l'alcool, puis à l'eau distillée. La bouillie métallique résultant de ce lavage est immédiatement mélangée par petites fractions avec la solution *chaude* (60°C. environ) de chlorure double; la réduction s'effectue très rapidement d'après l'équation

$$2Mg + K^2PtCl^6 = 2KCl + 2MgCl + Pt.$$

» Il faut éviter l'emploi d'un trop grand excès de magnésium, susceptible de provoquer une réaction tumultueuse : il se dégage de l'hydrogène provenant de l'action du magnésium sur l'eau :

$$2H^2O + Mg = 2H + Mg(OH)^2.$$

» Un grand excès de magnésium, une température trop élevée, une dissolution trop concentrée peuvent donner lieu à la formation d'une petite

quantité d'oxychlorure de magnésium, qui est retenue par le précipité. Pour éviter cet inconvénient, il est bon d'ajouter, à la fin de l'opération, quelques gouttes d'acide sulfurique ; on filtre et, dans le filtrat, on ajoute un léger excès de carbonate de chaux précipité, puis du chromate de potasse et l'on titre par la dissolution d'argent $\frac{N}{10}$.

» 5. Les résultats fournis par ce procédé, sans être rigoureusement exacts, sont très suffisants pour les dosages industriels. J'ai obtenu :

	Titre exact pour 100.	Trouvé pour 100.
Avec le chlorure de potassium A.......	47,80	47,60
» B.......	48,25	48,10
Avec le sulfate de potasse A...........	49,60	49,50
» B...........	49,50	49,30

» Ces résultats, un peu faibles, sont cependant acceptables pour les analyses industrielles. Cette méthode est donc susceptible d'être employée par les stations agronomiques et les laboratoires qui ont à effectuer de nombreuses analyses de sels de potasse.

» La réduction du chloroplatinate de potasse par le fer porphyrisé, suivie d'un dosage du fer dissous (par le permanganate), ne m'a pas donné de résultats susceptibles d'être utilisés dans la pratique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chaleur de vaporisation de l'acide formique.* Note de M^lle^ **Dorothy Marshall.**

« Une certaine quantité d'acide formique aussi concentré que possible (qualifié pur et cristallisable) m'a été fournie par MM. Kahlbaum de Berlin. Je l'ai soumis à des distillations fractionnées (15 fois), et j'ai ainsi obtenu un échantillon passant à la distillation entre 100° et 100°,5, sous la pression $751^{mm},2$. Cet échantillon m'a servi à déterminer la chaleur latente de vaporisation de l'acide formique par la *méthode de comparaison,* méthode que M. le professeur Ramsay et moi avons décrite dans le *Philosophical Magazine* de janvier 1896.

» Le liquide que j'ai pris comme terme de comparaison est, comme précédemment, la benzine, dont la chaleur de vaporisation est 94,4 à 80°,2 (Griffiths et Marshall, *Philosophical Magazine,* 1896).

» Deux expériences, faites à deux jours consécutifs, m'ont fourni les résultats ci-après :

Baromètre.	Poids vaporisés. Acide.	Poids vaporisés. Benzine.	Rapport $\frac{v_1}{v_2}$.	Poids corrigés. Acide.	Poids corrigés. Benzine.	Rapport $\frac{L_1}{L_2}$.
755,8....	14,901	16,309	0,855	12,784	16,309	1,276
753,0....	13,702	14,998	0,859	11,770	14,998	1,274
					Moyenne......	1,275

» Il en résulte, pour la chaleur de vaporisation de l'acide formique,

$$L_1 = 1,275 \times 94,4,$$

ou

$$L_1 = 120,36.$$

» MM. Favre et Silbermann ont trouvé le chiffre 120,7 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. III, p. 337).

» Le quotient de la chaleur moléculaire de vaporisation par la température absolue $\left(\frac{ML}{T}\right)$ est 14,7. La valeur correspondante pour l'acide acétique est également 14,7.

» Il m'a semblé intéressant de comparer la valeur L_1 ainsi obtenue, avec celle que l'on peut déduire des données récemment publiées par M. Raoult, sur les tensions de vapeur de l'acide formique employé comme dissolvant (*Revue scientifique*, 15 septembre 1894. *Comptes rendus*, 25 mai 1896).

» Prenons la formule de M. Raoult

$$L = \frac{\frac{dp}{dt}}{p} \times \frac{T^2}{A} \times \frac{1,988}{100},$$

dans laquelle

L est la chaleur de vaporisation du dissolvant,

$\frac{dp}{dt}$ la variation avec la température de la tension de vapeur du dissolvant à la température T,

T la température absolue de l'ébullition sous la pression p,

A la diminution moléculaire de la tension de vapeur.

» Admettons, avec M. Raoult,

$\frac{dp}{dt} = 23^{mm},5$ pour 1°, à 100°,8;

$T = 100,8 + 273,7 = 374,5;$

$p = 760^{mm}$;
$A = 0,713$.

» Il en résulte

$$L = 120,9,$$

nombre qui, pratiquement, se confond avec 120,4, que nous avons trouvé directement (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons de l'antipyrine avec les acides oxybenzoïques et leurs dérivés.* Note de MM. G. **Patein** et E. **Dufau**, présentée par M. Arm. Gautier (²).

« On sait que l'antipyrine se combine à certains acides, et nous avons montré qu'elle se combinait également aux phénols. Nous avons indiqué [*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 532; *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XV, p. 609] les différences que l'on observe dans ces combinaisons, selon le nombre et la position respective des oxhydryles phénoliques. Dans la présente Note, nous étudions l'action de l'antipyrine sur des corps qui sont à la fois *acides* et *phénols*, les *acides oxybenzoïques*, ainsi que leurs dérivés.

» I. *Salicylate d'antipyrine.* — C'est le seul corps de ce groupe qui ait été préparé jusqu'ici; on lui a donné le nom de *salipyrine*. C'est un corps cristallisé fondant à 91°-92°. Nous avons cherché à préparer un composé dans lequel entreraient deux molécules d'antipyrine, l'une fixée sur l'oxhydryle phénolique, l'autre sur le carboxyle. Quelles que soient les conditions dans lesquelles nous nous sommes placés, nous n'y sommes pas parvenus.

» II. *Paraoxybenzoate d'antipyrine.* — Pour préparer ce corps, nous avons mélangé une solution alcoolique concentrée contenant $5^{gr},50$ d'acide paraoxybenzoïque et une solution aqueuse contenant 8^{gr} d'antipyrine; il se sépare un liquide huileux qui cristallise au bout de quelque temps; ces cristaux sont purifiés par cristallisation dans l'eau bouillante ou mieux dans l'alcool à 50° C. bouillant. Leur composition a été déterminée en y dosant l'antipyrine à l'aide du chloroforme en liqueur alcaline, ainsi que nous l'avons indiqué déjà :

	Trouvé.	Calculé pour $C^7H^6O^3.C^{11}H^{12}Az^2O$.
Antipyrine : 1°	56,80 pour 100	57,56
» 2°	57,15 »	»

(¹) Laboratoire de M. W. Ramsay, University College, London.
(²) Travail du laboratoire de M. A. Gautier, Faculté de Médecine de Paris.

» L'acide paraoxybenzoïque a été dosé volumétriquement à l'aide d'une solution titrée de soude en prenant le phénolphtaléine comme indicateur :

	Trouvé.	Calculé.
Acide paraoxybenzoïque..............	42,78	42,35

» Le corps que nous avons obtenu résulte donc de la combinaison de l'antipyrine et de l'acide paraoxybenzoïque, molécule à molécule, sans élimination d'eau. Il se présente sous la forme de beaux cristaux incolores, se conservant sans s'altérer ni se colorer, fondant à 78°-82°, solubles dans 130 parties d'eau froide, beaucoup plus solubles dans l'eau bouillante, très solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther. Ils donnent avec le perchlorure de fer la réaction de l'antipyrine.

» III. *Métaoxybenzoate d'antipyrine.* — Nous avons opéré de la même façon pour obtenir la combinaison de l'antipyrine avec l'acide méta-oxybenzoïque. Cette combinaison est restée liquide. Nous l'avons analysée comme les précédentes, après l'avoir abandonnée quelque temps sous une cloche à acide sulfurique :

	Trouvé.	Calculé pour $C^7H^6O^3.C^{11}H^{12}Az^2O$.
Antipyrine....................	56,50	57,56
»	56,20	»
Acide métaoxybenzoïque........	42,70	42,35

» Si l'on opère en présence d'un excès d'antipyrine, cet excès reste en grande partie dissous dans l'eau, et la combinaison retient en dissolution un peu d'antipyrine; mais elle résulte toujours de l'union d'une molécule de chacun des deux corps.

» Les acides oxybenzoïques ne se combinant qu'à une seule molécule d'antipyrine, nous avons cherché à déterminer si la fixation de celle-ci se faisait sur l'oxhydryle phénolique ou sur le carboxyle; nous avons pour cela procédé à différents essais. Ces combinaisons décomposent à froid le carbonate de soude.

» 1° *Action de l'antipyrine sur le salicylate de soude.* — On a, depuis longtemps, signalé ce fait que le mélange d'antipyrine et de salicylate de soude devient, au bout de quelque temps, pâteux ou même huileux ; on a même avancé qu'il prenait alors une réaction acide, suivant les uns, alcaline pour les autres. Nous avons vu d'abord que le mélange de salicylate de soude et d'antipyrine, maintenu dans une atmosphère sèche, sous une cloche à acide sulfurique, par exemple, ne se liquéfiait pas. Nous avons ensuite mis sur un verre de montre taré un poids connu d'un mélange en proportions moléculaires d'antipyrine et de salicylate de soude, et nous

l'avons abandonné à l'air. Au bout de quelques heures on voit la poudre se liquéfier par endroits, et une pesée montre que le mélange a absorbé de l'eau; cette absorption continue jusqu'à ce que le mélange soit devenu complètement liquide. En le plaçant alors sous une cloche à acide sulfurique, on constate, à l'aide de la balance, qu'il reperd l'eau qu'il avait absorbée et qu'il reprend son poids et son état de siccité primitifs. Quant à la réaction, elle n'est devenue, à aucun moment, acide ou alcaline. La déliquescence de ce mélange de deux corps non déliquescents lorsqu'ils sont isolés, semble indiquer la formation d'un nouveau composé, le *salicylate de soude antipyrine,* combinaison soluble dans l'eau en toutes proportions, très instable, car le chloroforme suffit à la décomposer et à séparer le salicylate de soude de l'antipyrine.

» 2° *Action de l'antipyrine sur le salicylate de méthyle.* — Le salicylate de méthyle dissout à froid une certaine quantité d'antipyrine sans s'y combiner; si l'on maintient le mélange de 16^{gr} de salicylate de méthyle et de 18^{gr} d'antipyrine, à la température de 150° pendant douze heures, le mélange devient liquide, mais se prend en masse par le refroidissement; en le lavant alors avec un peu d'éther, on obtient des cristaux blancs qui sont de l'antipyrine pure; le salicylate de méthyle est entraîné par l'éther. Il n'y a donc pas eu de combinaison, quoique le salicylate de méthyle contienne un oxhydryle phénolique; mais nous avons montré que les phénols polyatomiques perdaient leur faculté de se combiner à l'antipyrine à mesure qu'ils s'éthérifiaient; ainsi, tandis que la pyrocatéchine se combine à froid avec deux molécules d'antipyrine, le gaïacol qui est une monométhylpyrocatéchine n'a aucune action à froid sur l'antipyrine.

» 3° *Action de l'antipyrine sur l'acide anisique.* — Nous avons fait dissoudre 8^{gr} d'acide anisique et 9^{gr} d'antipyrine dans l'eau et maintenu à l'ébullition un certain temps; par refroidissement, il s'est déposé une forte quantité de cristaux qu'on a reconnus être de l'acide anisique; la solution aqueuse évaporée a donné de l'antipyrine presque pure. L'acide anisique, ou acide méthylparoxybenzoïque, ne se combine donc pas à l'antipyrine.

» 4° *Action de l'antipyrine sur la saligénine.* — Nous avons mélangé deux solutions aqueuses chaudes contenant, l'une $3^{gr},50$ de saligénine, l'autre $5^{gr},60$ d'antipyrine; il s'est séparé un liquide huileux qui, placé sous une cloche à acide sulfurique, n'a pas cristallisé, même au bout d'un certain temps. On l'a soumis à l'analyse et dosé l'antipyrine:

	Trouvé.	Calculé pour $C^7H^8O^2.C^{11}H^{12}Az^2O$.
Antipyrine pour 100	60,80	60,25

» La saligénine, qui est un alcool phénol, se combine donc molécule à molécule avec l'antipyrine.

» L'antipyrine, qui se combine aux phénols simples, suivant des règles déterminées, s'unit également aux phénols à fonction mixte : alcools phénols, acides phénols. Les acides oxybenzoïques qu'on pouvait supposer capables de s'unir à 2 molécules d'antipyrine, vu leur double qualité d'acides et de phénols, ne s'unissent qu'à une seule; c'est par l'oxhydryle phénolique, non par le carboxyle, que se fait l'union. Leur formule sera donc :

```
        /COOH       C6H5
  C6H4<              |
        \O     H     Az
          \   /     /  \
   CH3 — Az /        \CO
            |         |
   CH3 — C  |=========| CH
```

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'éclairage à l'acétylène.* Note de M. **G. Trouvé**.

« La curieuse propriété du carbure de calcium de décomposer l'eau à froid comme le sodium, ne pouvait manquer d'attirer l'attention des savants et des hommes de progrès. C'est de la connaissance de cette propriété du carbure de calcium que date l'émulation parmi les chercheurs, pour rendre pratique l'utilisation de l'acétylène.

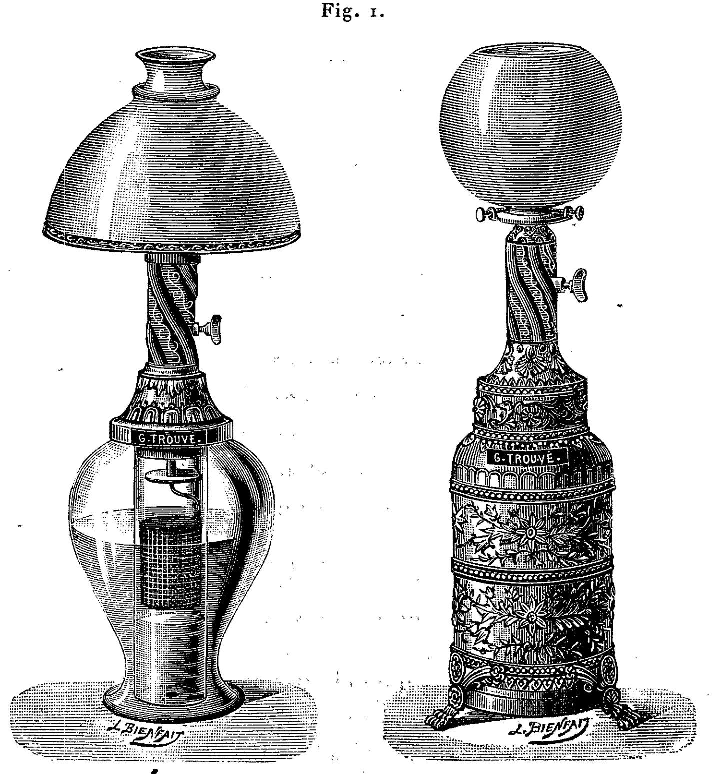
» Les appareils que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie utilisent dans des conditions favorables l'acétylène appliqué à l'éclairage domestique. Leur extrême simplicité est la conséquence de patientes et longues recherches pour rendre pratique ce nouveau mode d'éclairage.

» Au début, j'ai suivi la marche qui semblait indiquée par les propriétés mêmes du carbure de calcium; j'ai cherché à réduire autant que possible le volume des appareils, puisque la production du gaz peut être continue et en rapport avec les besoins. Mais si au laboratoire un éclairage de plusieurs heures donne satisfaction dans la plupart des cas, l'éclairage général a, au point de vue pratique, des exigences plus grandes et les appareils doivent pouvoir fournir un éclairage régulier, continu, pour ainsi dire indéfini. La pratique n'a pas tardé à me convaincre que la première condition à remplir pour fournir un tel éclairage avec l'acétylène était d'avoir ce gaz absolument sec et froid.

» Les appareils sont de deux sortes : les uns *portatifs* et légers, les autres *fixes*.

» *Appareils portatifs.* — Les appareils portatifs (*fig.* 1) qui donnent une production continue, peuvent rentrer dans la classe des appareils de laboratoire, leur fonctionnement étant toujours limité à quelques heures.

Fig. 1.



Lampes à acétylène portatives.

» La cloche présente un fond muni d'une ou plusieurs ouvertures laissant passer le liquide et disposées de telle façon que la consommation règle toujours la production; le panier, au lieu d'être suspendu, est maintenu par un croisillon reposant sur ce fond, de manière qu'on n'ait jamais à craindre sa chute, ce qui provoquerait une production exagérée de gaz.

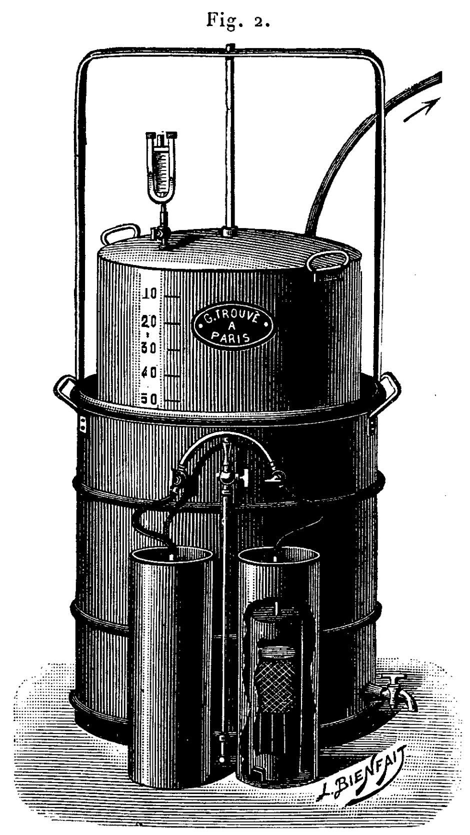
» Un condensateur approprié est placé entre le générateur et le brûleur; de plus, par mesure de précaution, un siphon amène au brûleur l'excès de gaz qui pourrait se produire exceptionnellement.

» La flamme de la lampe, d'un pouvoir éclairant de cinq carcels, est remarquable par sa blancheur éclatante, sa fixité et sa constance, et l'on

éprouve une sorte d'émerveillement à voir cette superbe flamme produite par l'immersion d'un corps noirâtre, semblable à du coke, dans de l'eau simple.

Appareils fixes. — Dans les appareils fixes je me suis éloigné de plus en plus des conditions de production continue, de façon à éliminer les condensateurs et tous autres organes plus ou moins compliqués, tout en m'at-

Fig. 2.



Appareil simple à deux générateurs.

tachant à réaliser la condition essentielle que j'ai déjà mentionnée, de fournir à la consommation un gaz absolument sec et froid.

» Dans ce but, j'ai associé un ou plusieurs générateurs, basés sur le même principe que mes appareils portatifs, à un ou plusieurs gazomètres, réduits à leurs organes essentiels.

» La cloche du gazomètre a un poids suffisant pour donner toujours la pression voulue, sans addition ou soustraction de poids, de manière que

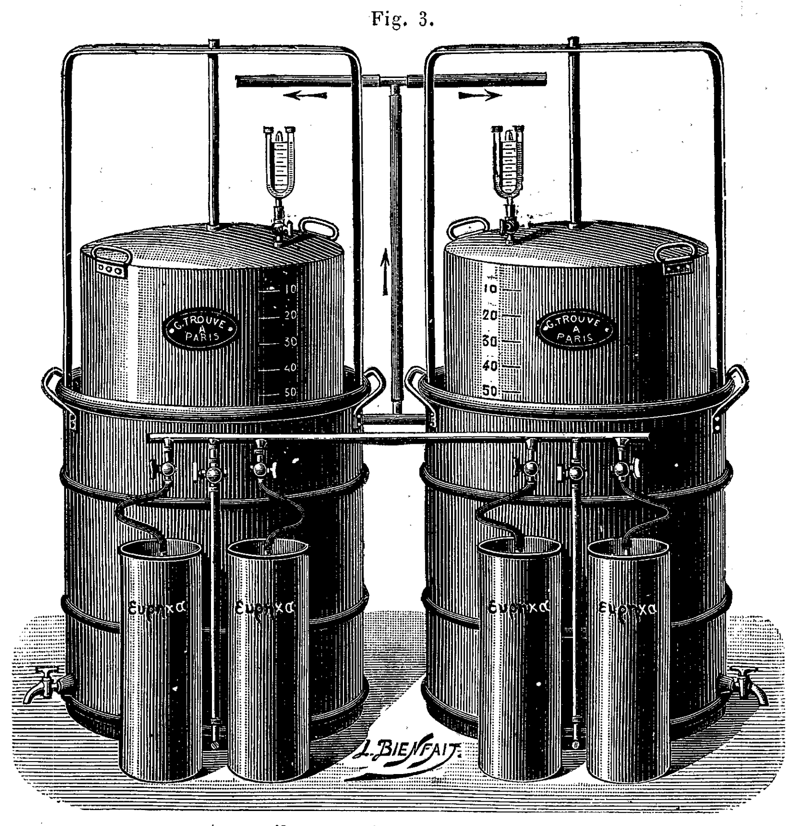
des mains inexpérimentées ne puissent jamais dérégler l'appareil ni influer sur son bon fonctionnement.

» Les appareils sont disposés de façon à fonctionner d'une manière intermittente, de sorte que le gaz avant d'être employé a le temps de perdre son humidité et de se refroidir complètement.

» Dans les appareils simples (*fig.* 2) à un ou plusieurs générateurs, le gazomètre est toujours de capacité suffisante pour alimenter d'un seul trait la consommation journalière maxima.

» Dans les appareils composés (*fig.* 3) qui peuvent avoir des dimen-

Fig. 3.



Appareil composé à quatre générateurs.

sions plus restreintes, les gazomètres sont mis en pression alternativement et leur capacité est calculée de manière que les alternatives de mise en pression soient assez espacées pour que la condensation et le refroidissement du gaz soient complets. Un signal électrique accuse les positions extrêmes des gazomètres.

» D'ailleurs, dans tous ces appareils, rien ne se passe en vase clos et la pression ne peut monter au delà de celle mesurée par la colonne liquide renfermée dans les cloches ou dans les générateurs, colonne qui n'excède pas 10^{cm} de hauteur. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition du pigment rouge d'*Amanita muscaria. Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« J'ai déterminé la composition chimique d'un pigment rouge d'*Amanita muscaria* (*Agaricus muscarius*). Le pigment est soluble dans le chloroforme et l'éther. La solution filtrée est évaporée à sec. Le résidu est dissous dans le chloroforme, et la solution est encore évaporée à sec. Cette opération est répétée plusieurs fois. Le pigment rouge est une substance amorphe.

» Les analyses de ce pigment ont donné les résultats suivants :

	I.	II.
Substance employée	$0^{gr},2156$	$0^{gr},1896$
CO^2	0,5286	»
H^2O	0,111	0,09525

	Trouvé I.	Trouvé II.	Calculé pour $C^{19}H^{18}O^6$.
Carbone	66,86	»	66,66
Hydrogène	5,71	5,58	5,55
Oxygène	»	»	27,79

» Ces résultats répondent à la formule $C^{19}H^{18}O^6$.

» Ce pigment [1] est insoluble dans l'eau, soluble dans le chloroforme et l'éther. Les solutions de ce pigment ne donnent pas au spectroscope de bandes caractéristiques d'absorption.

» Je lui ai donné provisoirement le nom d'*Amanitine*. »

---

[1] Touchant les pigments des champignons, voir l'importante Note de M. Went, *Annales des Sciences naturelles*, Botanique, n. sér., vol. I, p. 1.

ZOOLOGIE. — *Sur les métamorphoses larvaires du* Phoronis Sabatieri. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Une suite de circonstances heureuses, vainement attendues depuis cinq années, m'ont permis, dans ces dernières semaines, de suivre presque en entier la série des métamorphoses de l'*Actinotroque*. J'ai recueilli, grâce aux ressources offertes par la Station zoologique de Cette, une quantité suffisante, à diverses phases, de cette larve de *Phoronis;* il m'a été donné, ainsi, de compléter les études faites sur elle par plusieurs auteurs, notamment par Metschnikoff, comme les observations que j'avais commencées moi-même, et dont j'ai publié les traits principaux (*Comptes rendus,* séance du 2 juin 1890).

» Au moment où la jeune larve quitte son abri, fourni par le panache branchial de son générateur, elle possède déjà sa forme caractéristique, mais se trouve privée de tentacules. Son corps, ovalaire, mesure environ un quart de millimètre suivant sa longueur; son anus est terminal, postérieur; sa bouche, fort ample, est ventrale, antérieure, précédée par un volumineux lobe sus-buccal, qui la surplombe et finit en avant le petit organisme. Les cils vibratiles ectodermiques lui constituent un revêtement complet, à peu près uniforme. Les tentacules ne tardent pas, durant l'existence libre menée par elle, à faire leur apparition, et à lui donner l'aspect particulier qui lui a valu son nom; ils prennent naissance par paires, les uns après les autres, à des intervalles fort rapprochés. Les deux premiers se façonnent sur la ligne médiane ventrale, en arrière de la bouche; deux autres se forment ensuite, au-dessus d'eux, sur les côtés du corps; puis successivement, quatre autres paires s'ébauchent encore au-dessus des précédents, suivant le même niveau transversal. Lorsque ces phénomènes s'achèvent, la larve possède douze tentacules, établis en une couronne perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'économie, placés un peu en arrière de la bouche et du lobe sus-buccal. Parmi ces appendices, les ventraux, ayant apparu les premiers, sont plus longs que les dorsaux, tous équivalent à des diverticules des téguments larvaires, et chacune contient une cavité centrale, qui communique avec le cœlome. Entre temps, la larve accroît ses dimensions, tout en gardant sa forme générale; sa longueur atteint, en moyenne, un demi-millimètre. Les cils vibratiles se localisent sur les tentacules et autour de l'anus; ces derniers se rassemblent en une

large couronne transversale, située quelque peu en avant de l'orifice anal.

» Dès le commencement de sa vie libre, la jeune Actinotroque possède ses trois feuillets blastodermiques. Son ectoderme constitue la surface de son corps; son endoderme compose la paroi intestinale; son mésoderme est représenté par un mésenchyme primaire, par plusieurs cellules éparses dans la cavité cœlomique, relativement spacieuse, laissée entre l'ectoderme et l'endoderme. Ces éléments se multiplient d'une manière abondante, mais affectent d'emblée, au lieu de conserver leur nature mésenchymateuse, une allure régulière; les uns s'accolent contre l'endoderme et donnent un mésoderme viscéral, pendant que les autres s'appliquent contre l'ectoderme et fournissent un mésoderme pariétal; de cette façon, ils laissent la cavité cœlomique conserver son unité et son intégrité. Aucune division segmentaire ne se manifeste, et le cœlome demeure toujours simple.

» Pendant que ces diverses phases, tenant à la forme extérieure et à la structure interne, s'accomplissent, le plus remarquable des changements subis par l'Actinotroque commence à se préparer. Sur la face ventrale du corps et sur la ligne médiane, en arrière des tentacules ventraux, les téguments, composés par l'ectoderme et le mésoderme pariétal, se dépriment en un enfoncement qui pénètre dans le cœlome et y grandit sans cesse en s'allongeant vers l'extrémité postérieure du corps. Cette dépression est très volumineuse, large et aplatie, elle conserve béante son ouverture extérieure pendant que son bout interne s'amplifie et, venant buter contre l'extrémité postérieure de l'économie, se recourbe sur lui-même. La larve grandit toujours sur ces entrefaites et parvient à acquérir 1^{mm} de longueur. Elle continue à nager, grâce à ses cils vibratiles; mais, en surplus, elle se contracte fortement dans tous les sens. Puis, à un moment donné, cette dépression se dévagine en revenant sur elle-même, à commencer par le pourtour de son orifice externe. Ce mouvement, contraire à celui de l'amplification première, débute avec une certaine lenteur et s'accélère à mesure qu'il s'accentue davantage; il s'accomplit, dans la moyenne, en quelques minutes, une demi-heure au plus. Lorsque ce phénomène se termine, l'enfoncement primitif, ainsi retourné en dehors, constitue un annexe de dimensions considérables, de beaucoup plus gros que le corps même de la larve; il persiste tel quel, comme Metschnikoff l'a constaté le premier, et devient le corps de l'adulte. Le tube digestif larvaire, qui s'était allongé avant que ce changement s'accomplit, pénètre dans son intérieur et s'y recourbe en anse sur lui-même. A cause de la disproportion établie entre le corps définitif et l'économie larvaire, l'anus et la bouche se

trouvent presque contigus, et désormais demeurent ainsi. De nouveaux tentacules font leur apparition et s'adjoignent aux autres pour entourer ces deux orifices intestinaux d'une commune couronne. Le lobe sus-buccal persiste, en partie, pour devenir l'épistome; le cerveau minuscule dérive de la plaque céphalique. Les vaisseaux sanguins avaient commencé à s'ébaucher, avant l'évagination, aux dépens du mésoderme viscéral; ils se complètent et envoient des expansions dans les tentacules.

» Le jeune individu nage encore pendant quelque temps, après l'achèvement de ses métamorphoses; mais, continuant à grandir, il ne tarde pas à devenir trop lourd et se laisse couler. Parvenu sur un support résistant, il exsude, par son ectoderme, un mucus, qui l'entoure d'une gaine molle et transparente. Au lieu de rester immobile, il se déplace quelque peu en rampant et en allongeant son tube à mesure. Il augmente sans cesse de dimensions pour parvenir à sa taille finale; il accroît, en même temps, la largeur et l'épaisseur des nouvelles portions de son fourreau muqueux, et il lui ajoute, pour lui donner plus de consistance, les menus débris, grains de sable et fragments de coquille, qu'il trouve à sa portée. Il parvient ainsi à son état adulte et à son allure finale.

» Dans une prochaine Note, en me basant sur les données relatives à l'organisation et au développement embryonnaire du *Phoronis*, je discuterai la situation de cet animal dans une classification naturelle. Autrefois, placé parmi les Annélides, les auteurs contemporains inclinent à faire de lui une section des Géphyriens. A mon sens, par l'importance de ses caractères, le *Phoronis* me paraît constituer à lui seul une classe entière, voisine de celle des Bryozoaires; et, en outre, le groupe des Géphyriens doit être démembré pour se subdiviser en trois classes distinctes, éloignées les unes des autres. »

ZOOLOGIE. — *Description d'un nouveau genre d'Ascidie simple de la famille des Molgulidées,* Gamaster Dakarensis. Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Parmi les Molgulidées des collections du Muséum dont M. Edm. Perrier a bien voulu me confier l'étude, se trouve une forme nouvelle provenant de Dakar et extrêmement intéressante au point de vue de la systématique. Sa branchie est celle du genre *Eugyra,* Alder et Hanc., mais par la structure et la position de ses organes génitaux elle s'éloigne absolument de toutes les autres Molgulidées actuellement connues.

» I. Le tube digestif est situé sur la face gauche comme chez toutes les autres Molgules, mais l'anse remonte très haut vers l'ouverture branchiale de façon à recouvrir à peu près tout le côté gauche. *Les glandes génitales sont absentes de ce côté.*

» II. Les glandes sexuelles sont impaires *et situées uniquement sur la face droite qu'elles recouvrent en entier.* La partie mâle et la partie femelle sont distinctes au lieu d'être étroitement appliquées l'une à l'autre, comme elles le sont chez tous les autres représentants de la famille.

» La glande mâle est formée de douze follicules de forme conique, dont les sommets convergent tous au ceutre de la face droite et débouchent isolément dans la cavité péribranchiale. Chaque follicule se divise dichotomiquement en s'éloignant du centre et présente six ou huit branches à sa périphérie.

» La disposition si particulière de ces follicules, dont l'ensemble affecte la forme d'une étoile très régulière, justifie la dénomination de *Gamaster* que je donne à ce nouveau genre.

» La glande femelle est constituée par un gros cordon qui prend naissance entre deux follicules mâles latéraux, et atteint la face dorsale du corps le long de laquelle il se combine pour aller s'ouvrir dans la cavité cloacale.

» Le cœur, au lieu de se trouver sur la face droite, qui est occupée tout entière par les organes génitaux, se trouve rejeté vers la région dorsale, ainsi que l'organe de Bojanus, qui est à peu près incolore.

» III. La branchie rappelle celle du genre *Eugyra* Alder et Hanc. Les méridiens sont au nombre de sept dans chaque moitié et constitués par de simples lames aplaties, qui sont coupées perpendiculairement par cinq côtes longitudinales très fines, réduites chacune à une double lame épithéliale aplatie. Entre deux méridiens successifs existe une rangée de grands infundibulums très réguliers, séparés les uns des autres par quelques grands trémas courbes; l'infundibulum ne comprend qu'un tréma unique disposé en spirale.

» Le réseau sanguin adjacent à cette branchie présente une disposition non moins régulière : du centre de chaque infundibulum partent dix ou douze vaisseaux radiaires qui sont en relation avec les lames méridiennes et les petites côtes longitudinales; en outre, ces branches rayonnantes sont reliées les unes aux autres par des anastomoses circulaires, parallèles aux tours de l'infundibulum et dont la plupart s'ouvrent en même temps dans les intervalles interstigmatiques.

» Le genre *Gamaster* rappelle donc les genres *Eugyra* Alder et Hanc. et *Eugyriopsis* Roule par sa branchie, mais il est essentiellement caractérisé par ses organes génitaux impairs, à deux parties indépendantes, leur position sur le côté droit, leur rapport avec l'intestin et le cœur et enfin par la forme radiaire des follicules testiculaires; ces caractères anatomiques de premier ordre l'éloignent de tous les autres genres actuellement connus.

» Ainsi, il se distingue des genres *Molgula*, *Paramolgula* Traustedt et *Ascopera* Herdm, qui ont tous leurs glandes hermaphrodites et une

branchie à trémas irréguliers. Il s'éloigne des genres *Eugyra* Alder et Hanc., *Eugyriopsis* Roule et *Bostrichobranchus* Traustedt, qui n'ont comme lui que des organes génitaux impairs, mais leur glande unique est hermaphrodite et située sur la face gauche.

» Le genre *Gamaster* n'est représenté dans les collections du Muséum que par l'unique espèce provenant de Dakar et que j'appelle *G. Dakarensis*. Ses caractères sont les suivants ;

» Le corps, de forme globuleuse, atteint 6 à 8 millimètres de diamètre chez les individus que j'ai eus entre les mains; ils doivent être regardés comme des adultes puisque leur glande femelle renferme des œufs à tout état de développement. La tunique est très mince, très transparente et recouverte, sur sa moitié inférieure, de très fines villosités qui ont agglutiné une quantité de tout petits grains de sable blanc. Le corps est fixé par la face opposée aux siphons. Ceux-ci sont courts, leurs lobes peu accusés et arrondis.

» Les tentacules coronaux sont au nombre de trente-deux et de trois grandeurs différentes : huit, plus grands que tous les autres, portent chacun un petit nombre de ramifications simples, dilatées en massue ; huit autres plus courts ont la forme de filaments simples et sont également renflés à leur extrémité ; ils alternent avec les grands. Enfin il y en a seize autres de même forme que ceux de second ordre, mais plus courts encore, et qui sont placés régulièrement entre les grands et les moyens. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence et le développement des œufs de la Sardine dans les eaux de Concarneau*. Note de MM. **Fabre-Domergue** et **Biétrix**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il n'y a pas très longtemps que nos connaissances sur la reproduction de la Sardine océanique sont sorties du domaine de l'hypothèse pour entrer dans celui de l'observation. Peu de travaux, jusqu'à présent, ont été publiés sur cette question et l'on ne peut citer que ceux de MM. Pouchet, Henneguy et Vaillant en France et Cunningham en Angleterre. Le fait que les observations de ce dernier auteur venaient à l'encontre de toutes les hypothèses et conclusions présentées par ses prédécesseurs exigeait de nouvelles recherches d'autant plus désirables que la Sardine présente pour notre littoral un intérêt économique considérable.

» Bien que le laboratoire de Concarneau ne possède actuellement aucune

embarcation appropriée à ce genre de travaux, nous avons pu cependant, utilisant de notre mieux nos faibles moyens de recherches, apporter quelques faits confirmatifs et complémentaires de ceux relevés à Plymouth. Des pêches pélagiques au filet fin effectuées avec continuité entre 1000^m et 1500^m de la côte nous ont fourni à plusieurs reprises des œufs flottants que leurs caractères nous ont permis d'identifier à ceux de la Sardine soit en nous reportant aux descriptions de Raffaele et de Cunningham soit en les comparant avec les œufs de femelles mûres capturées dans la baie. Ces œufs mis en incubation dans les appareils du laboratoire ont donné naissance à des Alevins semblables à ceux figurés par Cunningham dans ses dernières publications et nous avons pu, grâce à eux, établir les principaux stades du développement embryonnaire de l'espèce et en figurer les formes jusqu'au septième jour de la vie post-embryonnaire.

» La plupart des œufs rencontrés dans nos pêches se trouvaient au début de leur développement, le blastoderme n'ayant pas encore recouvert la moitié du vitellus et présentant seulement une ébauche de l'éminence embryonnaire. Les premières éclosions eurent lieu deux jours après. Les larves très vives et très actives à leur sortie de l'œuf sont bien reconnaissables à leur corps allongé et surtout à leurs mouvements anguilliformes que nous n'avions jusqu'ici constatés que chez les larves de hareng.

» Bien que nous ayons placé nos alevins dans les meilleures conditions et que nous leur ayons offert des aliments variés obtenus soit de pêches pélagiques, soit de cultures d'Infusoires marins, nous n'avons pu en poursuivre l'élevage au delà du septième jour. Ce fait est à rapprocher de celui observé à Plymouth où les larves n'ont pas survécu plus de dix jours quoiqu'elles aient absorbé les fragments de vers qui leur avaient été offerts. Il y a là un détail encore fort obscur de la biologie des alevins marins, détail qui réclame d'autant plus impérieusement l'attention qu'il semble généralement applicable à toutes les espèces jusqu'ici étudiées. On peut même, assez justement, se demander si les alevins éclos dans nos appareils ne se trouvent, dès les premiers jours de leur vie, dans un état pathologique spécial les conduisant sûrement à une mort prématurée. Certaines expériences conduites sur l'élevage d'espèces autres que la Sardine nous portent à croire qu'il y a lieu de rechercher de ce côté, pour les préciser, les causes des insuccès enregistrés jusqu'ici avant d'entrer dans la voie des applications pratiques dont les résultats sont, nous semble-t-il, quelque peu aléatoires aujourd'hui.

» Il est donc actuellement démontré que la Sardine dite *de dérive* con-

stitue la forme adulte de l'espèce, qu'elle pond dans nos eaux littorales, et jusque près des côtes, des œufs flottants dont l'incubation et le développement ont lieu dans les zones supérieures de la mer. Il reste maintenant à rechercher ce que deviennent ses alevins après l'éclosion, s'ils mènent pendant quelque temps encore une vie franchement pélagique ou s'ils se rapprochent, au contraire, du fond. De telles investigations demandent un matériel d'exploration dont le laboratoire de Concarneau est malheureusement dépourvu. L'intérêt qui s'y attache au point de vue scientifique aussi bien qu'au point de vue pratique justifierait cependant les sacrifices nécessaires à leur réalisation. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Vie latente des graines.* Note de M. V. **Jodin**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans les conditions climatériques ordinaires de nos laboratoires et de nos collections, les graines *sèches* retiennent généralement 10 à 12 pour 100 d'eau hygrométrique. Cette proportion est insuffisante pour déterminer la germination et satisfaire aux premiers besoins de la jeune plante dont l'évolution exige de grandes quantités d'eau. Mais beaucoup de savants semblent croire qu'elle suffit à entretenir une faible respiration caractéristique de la *vie latente* des graines. Ce serait une sorte de vie ralentie qui en se prolongeant amènerait la perte du pouvoir germinatif de la graine par l'usure et les modifications que cette combustion physiologique anormale déterminerait dans la matière organique. Les faits ne semblent pas correspondre à cette manière de voir.

» *Expérience* A. — 20 pois pesant $3^{gr},580$ et contenant environ 11 pour 100 d'eau hygrométrique sont introduits dans une petite cloche courbe pleine d'air, renversée sur le mercure.

» Le tout est placé dans une armoire *obscure* pendant 4 ans 7 mois et 6 jours.

» A ce moment on analyse l'atmosphère de la cloche et l'on constate que les pois ont gardé leur pouvoir germinatif. Voici l'analyse eudiométrique (Eudiomètre de V. Regnault) :

	Pour 100.	Volumes réels.
		cc
CO^2	0,11	0,16
O	20,83	31,05
Az	79,06	117,89
	100,00	149,10

» On voit que l'air initial contenant O = 20,80 et Az (et Argon) = 79,17 n'a pas sensiblement changé de composition. Il s'est fait une trace d'acide carbonique.

» *Expérience* B. — Une autre expérience fut faite dans les mêmes conditions avec des graines de cresson alénois contenant environ 12 pour 100 d'eau.

» Le poids de ces graines s'élevait à 23gr, 44.

» Au bout de 3 ans 7 mois et 14 jours, on trouva la composition suivante de l'atmosphère :

	Pour 100.	Volumes réels.
		cc
CO^2	0,40	0,5
O	18,92	25,0
Az	80,68	106,7
	100,00	132,2

» L'atmosphère initiale contenant

O	28,1
Az	106,7
	134,8

il y aurait donc eu une absorption totale de 3cc,1 d'oxygène, soit de 0cc,13 pour 1gr de graine en 3 ans et 7 mois ou 0cc,036 absorbés en un an.

» *Expérience C.* — Sous une éprouvette pleine de mercure et renversée sur une petite cuve j'ai introduit, le 5 septembre 1885, 20 pois semblables à ceux de l'expérience A. Ils pesaient 3gr, 645. On put constater, au commencement et à la fin de l'expérience, que l'éprouvette ne contenait pas de gaz.

» Au bout de quatre ans et demi, 10 pois furent retirés et mis en germination, 8 germèrent parfaitement, 2 se gâtèrent sans germer.

» Ce fut seulement après dix ans et trois mois sous le mercure que les 10 autres pois furent essayés :

2 germèrent et poussèrent normalement.
2 autres germèrent péniblement et irrégulièrement.
6 se gâtèrent sans germer.

» Donc des pois restés plus de dix ans sans respirer et dans la vapeur de mercure à très faible tension avaient conservé, en partie, leur puissance germinative. L'affaiblissement de cette fonction constaté en dernier lieu est dû sans doute à ce que ces graines avaient atteint le terme naturel de leur vie latente. D'après M. de Vilmorin le pois gris, dans les conditions ordinaires, ne conserverait guère le pouvoir de germer au delà de huit années (1).

---

(1) M. C. de Candolle, rendant compte d'une expérience qui avait consisté à vérifier la persistance du pouvoir germinatif de 5 grains de blé, placés durant trois mois sous

» Comment expliquer cette perte du pouvoir germinatif chez des graines soustraites à l'action d'une quantité sensible d'oxygène et ne changeant pas de poids? Sans doute à des modifications et à des réactions intramoléculaires des matières protoplasmiques. Quelque chose peut-être d'analogue à ce que nous voyons souvent dans la matière minérale : une variété amorphe se transformant lentement en variété cristalline par le jeu intime des forces moléculaires agissant seules sans le concours des énergies extérieures.

» Reste à savoir si, pour la production de ces modifications qui se font au cours de la vie latente indépendamment des phénomènes respiratoires suspendus, il est nécessaire que les graines retiennent la faible quantité d'eau d'hydratation de 10 à 12 pour 100 et si, comme le pense M. Giglioli, des graines conservées à l'état de siccité absolue garderaient éternellement leur pouvoir germinatif. »

Remarques de M. **Armand Gautier** *à propos de la Note de M.* V. Jodin, « *Sur l'état dit de* vie latente ».

« Dans mes publications, j'ai plusieurs fois appelé l'attention sur ce qu'on est convenu de nommer, depuis Cl. Bernard, l'état de *vie latente*. Une graine, un microbe desséché ou sa spore, un rotifère privé d'eau, possèdent l'organisation propre à la vie; mais ils ne vivent réellement pas, même d'une vie latente. Qui dit *vie* dit fonctionnement, assimilation. Ces organismes sont des machines aptes à fonctionner, des horloges montées prêtes à marquer l'heure. Ils ne deviendront le siège des manifestations qui constituent *l'état de vie* que si des causes matérielles déterminantes, l'humidité, la chaleur, une première vibration communiquée, etc., leur fournissent les conditions nécessaires à la réalisation de l'énergie virtuelle que tiennent en réserve leurs matériaux chimiques. Alors seulement le passage et les transformations de cette énergie à tra-

---

le mercure, ajoutait dans son intéressant Mémoire [*La vie latente des graines* (*Revue scientifique* du 14 septembre 1895, p. 324)] : « Il conviendrait maintenant de répéter ces expériences en les prolongeant beaucoup plus longtemps que je n'ai pu le faire. »

Je suis heureux de pouvoir répondre, au moins en partie, au vœu de l'éminent botaniste.

vers ces organismes complexes deviendront la cause des manifestations que nous appelons *l'état de vie*.

» Ces considérations, que j'émettais il y a quatre ans presque dans les mêmes termes (¹), reçoivent des expériences de M. Jodin une importante confirmation. Qu'un certain nombre de graines perdent au bout de quelques années le pouvoir de germer, c'est une conséquence de ce fait que les principes qui les constituent sont dans un état de tension, de potentiel chimique. Ces principes se modifient donc lentement, mais rien ne démontre que cette modification soit une forme de fonctionnement vital. Ce qui est certain, c'est qu'avec la transformation de ces principes l'organisation se modifie, et avec elle, l'aptitude à la reviviscence. »

MÉTÉORITES. — *Analyse d'une des pierres météoriques tombées à Madrid le 10 février 1896*; par M. **Santiago Bouilla Mirat.**

Densité à 15° = 3,6189.

Eau hygroscopique = 0,2841 pour 100.

Silice	58,86
Magnésie	15,95
Fer métallique	7,75
Sulfure ferreux	7,23
Oxyde ferrique	5,11
Alumine	2,36
Nickel	1,30
Chaux	0,51
Bioxyde de manganèse	0,08
Phosphore, chrome, cuivre, sodium, potassium, lithium, matière organique azotée	0,85
	100,00

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle de la malachite par un nouveau procédé*. Note de M. **A. de Schulten**, présentée par M. Fouqué.

« Dans un Travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie il y a six ans (²), j'ai montré qu'on obtient de la malachite bien cristallisée

(¹) Cours de Chimie, t. III : *Chimie biologique*, p. 4.

(²) *Comptes rendus*, t. CX, p. 202.

en chauffant au bain-marie une solution de carbonate de cuivre dans du carbonate d'ammonium. Comme il est évident que la nature n'a pas usé de ce procédé pour la production de la malachite j'ai cherché depuis à obtenir cette espèce minérale dans des conditions qui ont pu présider à sa formation naturelle.

» Les tentatives que j'ai faites dans ce but ont été infructueuses, à l'exception d'une seule. Ainsi l'action de morceaux de marbre sur des solutions de sels de cuivre dans des conditions variées ne m'a pas fourni de produit cristallisé identifiable à la malachite. Je ne suis pas non plus parvenu à reconstituer la malachite en laissant se dégager très lentement l'acide carbonique d'une solution froide de carbonate de cuivre dans l'eau saturée de cet acide. Si l'on chauffe une telle solution de carbonate de cuivre au bain-marie en ayant soin de retarder le dégagement de l'acide carbonique, on obtient néanmoins un précipité amorphe de carbonate basique de cuivre qui, au contact de l'eau chaude, se transforme peu à peu en oxyde noir de cuivre. L'insuccès de cette expérience tient à deux causes, d'abord la difficulté de régler convenablement le dégagement de l'acide carbonique, et puis la précipitation sur une surface étendue de la petite quantité de matière dissoute (1).

» Pour obvier à ces inconvénients j'ai modifié l'expérience précédente de la manière suivante : Je me sers d'un flacon muni d'une tubulure latérale à la partie inférieure. La tubulure est fermée hermétiquement au moyen d'un tube à essais dont le bout ouvert, entouré d'un tube en caoutchouc, est introduit dans la tubulure. En fixant le tube à essais dans celle-ci, on lui donne une légère inclinaison, de manière que le bout fermé qui se trouve en dehors du flacon soit un peu plus bas que l'orifice. Je remplis le flacon d'une solution de carbonate de cuivre dans l'eau saturée d'acide carbonique et je chauffe le tube à essais en un seul point par une très petite flamme de gaz pendant dix jours. Au bout de ce temps il s'est déposé un peu de carbonate de cuivre amorphe dans le flacon resté à peu près froid, mais la majeure partie du carbonate précipité s'est déposée dans le tube à essais au point chauffé.

» En examinant ce dépôt au microscope ou voit qu'il est formé de petits cristaux de malachite, reconnaissables surtout par les macles suivant h^1 comme face de jonction avec axe de rotation perpendiculaire à cette face.

---

(1) D'après des essais que j'ai faits, 1 partie du sel $2CuO, CO^2, H^2O$ se dissout dans 14400 parties d'eau saturée d'acide carbonique à 22°.

» Au moyen de l'appareil très simple que je viens de décrire, je suis parvenu à obtenir des cristaux déterminables de malachite en opérant sur un litre seulement de la solution du carbonate de cuivre dans l'eau saturée d'acide carbonique, quantité de solution qui ne contient que $0^{gr},069$ du sel $2CuO, CO^3, H^2O$ ».

GÉOLOGIE. — *Sur les dômes liasiques du Zaghouan et du Bou-Kournin* (*Tunisie*) Note de MM. **E. Ficheur** et **E. Haug**, présentée par M. Fouqué.

« Le piton du Bou-Kournin, la masse rocheuse du Djebel Resas, la crête pittoresquement découpée du Zaghouan et plusieurs autres cimes calcaires qui s'élèvent au sud de Tunis au milieu de régions de moindre relief, présentent la plus complète analogie d'aspect avec les sommets liasiques de l'Algérie, dont le faciès est si constant depuis le voisinage du Maroc jusqu'au nord de Constantine, et cependant ces cimes sont maintenant assez généralement attribuées au Jurassique supérieur. Des excursions au Bou-Kournin et au Zaghouan nous ont montré que les calcaires constituant la plus grande masse de ces montagnes devaient être, en réalité, assimilés au Lias (dont la présence au Zaghouan a d'ailleurs été indiquée récemment par M. Baltzer) et que les couches du Jurassique supérieur n'existaient sur les calcaires liasiques qu'à l'état de revêtement transgressif, en partie enlevé par l'érosion, et ne formant plus que des lambeaux de peu d'étendue.

» Les masses rocheuses liasiques sont constituées par des calcaires compacts, semi-cristallins, blancs et grisâtres, parfois légèrement rosés, dont quelques parties sont pétries de débris d'encrines. La stratification, en général assez confuse, devient plus nette dans les couches supérieures, à nodules siliceux, avec bancs à bélemnites et à brachiopodes. Nous avons recueilli notamment *Pygope Aspasia Mgh.* et, à côté de bélemnites du groupe des *acuti*, une espèce à sillon, qui se retrouve également dans le Lias moyen du Djurjura.

» Les calcaires liasiques supportent immédiatement les marnes granuleuses rouges et les calcaires noduleux de l'Oxfordien, dans lesquels plusieurs auteurs ont cité déjà d'assez nombreux fossiles et dont l'aspect est absolument identique avec celui de l'Oxfordien de Batna, du Bou-Thaleb, de l'Ouarsenis, etc. Ces couches, qui fournissent une zone de repère importante, sont le plus souvent réduites, par étirement, à une bande étroite, qui peut même disparaître entièrement. Elles sont surmontées par les calcaires du Jurassique supérieur, dont les strates bien réglées et les bancs grisâtres se distinguent assez nettement des roches liasiques et présentent une certaine analogie avec les calcaires jurassiques de l'Ouarsenis et de la région de Tlemcen-Saïda.

» Au Zaghouan, cette série jurassique est entourée au nord et recouverte en discordance par le Néocomien, qui s'appuie indistinctement sur le Lias, sur l'Oxfordien ou sur le Jurassique supérieur, également raviné. Les marnes, les calcaires en plaquettes et les grès du Néocomien nous ont beaucoup rappelé les caractères lithologiques du Flysch.

» Sur le versant sud-est du Zaghouan on rencontre, enfin, une puissante formation d'argiles et de grès bien stratifiés, qui reproduit le faciès typique de l'étage inférieur de l'Eocène supérieur en Algérie, désigné par l'un de nous sous le nom de *Medjanien*.

» Le trait dominant dans la tectonique de la région montagneuse au sud de Tunis réside dans l'existence de dômes, séparés par des cuvettes synclinales, disposés en chapelets et amenant à l'affleurement, soit les termes inférieurs de la série crétacée, soit le Jurassique.

» Plusieurs de ces dômes jurassiques présentent une grande régularité. Le Djebel Bou-Kournin correspond à un dôme liasique, flanqué de Tithonique supérieur bréchiforme et transgressif et entouré d'auréoles concentriques de terrains crétacés. Les contours affectent la forme d'une ellipse très allongée dont le grand axe est orienté nord-25° ouest. Les couches liasiques sont dressées verticalement et, sur le flanc nord-est, elles sont même légèrement renversées sur le Néocomien.

» Le dôme liasique du Djebel Oust est beaucoup plus surbaissé; un dôme de moindres dimensions, également liasique, vient pointer au milieu du Néocomien à peu de distance au nord-ouest du dôme principal.

» Le massif du Zaghouan, dans lequel les poussées qui ont amené la surrection des couches liasiques ont atteint la plus grande intensité, n'est plus un dôme simple; il est constitué par un certain nombre de dômes secondaires plus ou moins indépendants, pressés les uns contre les autres, mais dont l'ensemble se comporte comme un dôme unique.

» Les contours du massif [1] dessinent grossièrement un trapèze irrégulier, dont la grande base, longue de 8^{km}, est orientée du nord-est au sud-ouest et se confond à peu près avec l'axe orographique, tandis que la hauteur du trapèze, la largeur maximum du massif, est d'environ 3500^{m}.

» Sur tout le versant septentrional les couches liasiques plongent régulièrement vers le nord et s'enfoncent brusquement sous le Néocomien; à l'angle nord-est elles présentent un plongement périclinal et, sur le versant sud-est, le plongement vers l'extérieur du massif se continue jusqu'au pied sud du sommet qui porte le poste optique. Ici les couches liasiques s'enfoncent sous les argiles et les grès transgressifs de l'Eocène supérieur; plus au sud-ouest et sur les deux tiers de la longueur de la grande base du trapèze, elles butent par faille contre ces mêmes grès : c'est la grande faille du Zaghouan, de M. Rolland. Une faille analogue, faisant buter le Lias contre le Néocomien, s'ob-

---

[1] Voir la feuille *Zaghouane* de la Carte de l'État-Major au $\frac{1}{50000}$.

serve sur le versant nord-est du Djebel Staa, sur la petite base du trapèze. De nombreux synclinaux, dans lesquels sont conservées les couches du Jurassique supérieur et même du Néocomien, divisent le dôme principal en dômes secondaires dont la surface se confond souvent avec la surface du terrain. Dans le grand axe du massif on n'observe ainsi pas moins de six dômes secondaires disposés bout à bout; ceux de l'extrémité nord-est sont très réguliers; mais ceux de la partie centrale sont poussés les uns sur les autres du sud-ouest vers le nord-est, c'est-à-dire dans le sens de l'axe du massif, de telle sorte que le Lias repose sur le Jurassique supérieur, voire même sur le Néocomien, sur le bord sud-ouest de trois synclinaux transversaux.

» Dans le sens de la hauteur du trapèze, on compte également plusieurs dômes secondaires juxtaposés et en partie déversés vers le nord-ouest; le Kef-el-Blidah, séparé du massif principal par un synclinal oxfordien, possède ainsi une certaine individualité.

» A son extrémité sud-ouest le massif du Zaghouan se divise en cinq ou six digitations à plongement périclinal, séparées par des synclinaux effilés de couches néocomiennes; ce sont autant de dômes secondaires, qui ont en partie joué par failles les uns par rapport aux autres. C'est le long de ces failles, plus ou moins parallèles aux deux grandes failles nord-est-sud-ouest du pourtour, que des actions hydrothermales ont transformé les calcaires du Lias et du Jurassique supérieur en gîtes de calamine très riches et actuellement exploités sur une vaste échelle.

» La tectonique du massif du Zaghouan est, comme on le voit, beaucoup plus compliquée qu'il n'aurait semblé d'après les travaux précédents. Dès l'époque secondaire les emplacements correspondant aux affleurements liasiques de la région au sud de Tunis paraissent avoir été des points prédestinés à la formation de dômes. Tantôt ce sont les couches oxfordiennes ou tithoniques, tantôt ce sont celles du Néocomien ou de l'Éocène supérieur qui y reposent en transgression sur le Lias. Des parties présentant une telle mobilité ont dû constituer, lors des derniers plissements, des points faibles facilitant la surrection des dépôts secondaires sur l'emplacement même des dômes anciens. Mais la masse rigide des calcaires secondaires ne s'est pas prêtée toujours au plissement et il en est résulté d'importantes fractures, dont la principale est certainement la « grande faille du Zaghouan », mais cette faille n'est qu'un accident local qui ne s'étend pas dans la région périphérique de la montagne; il est donc difficile de l'envisager comme « le trait orographique le plus net de la Tunisie. »

PHYSIOLOGIE. — *Du rôle des membres postérieurs dans la locomotion du cheval.* Note de M. **Le Hello**, présentée par M. Marey.

« Parmi les questions étudiées à la Station physiologique, il en est un grand nombre qui sont relatives à la locomotion du cheval. En 1894, sur

la demande de M. Marey, M. Viger, alors Ministre de l'Agriculture, voulut bien me déléguer pour suivre ses travaux et y prêter mon concours.

» Or, dans le large programme des études à poursuivre, que M. Marey développa devant moi, il en est une qui répondait tout particulièrement à mes préoccupations personnelles, je veux parler du rôle des membres postérieurs dans la locomotion du cheval.

» La Chronophotographie traduit d'une manière fidèle tous les mouvements exécutés par ces membres aux diverses allures; il s'agissait de déterminer par quel mécanisme les muscles, en produisant ces mouvements, développent la force propulsive.

» Les théories régnantes tendent à représenter le membre comme agissant par le redressement de ses angles, c'est-à-dire en s'allongeant comme un arc dont on relâcherait la corde. Par suite de cet allongement, l'extrémité distale du membre étant fixée sur le sol, l'extrémité proximale se déplacerait seule et communiquerait son mouvement à la masse. Dans cette hypothèse, l'allongement du membre ne pourrait avoir d'action impulsive qu'à partir du moment où l'articulation coxo-fémorale serait en avant de la verticale élevée du point d'appui sur le sol : au passage par la verticale, l'allongement du membre aurait pour seule conséquence de soulever la masse; plus tôt, c'est-à-dire au début de l'appui, cet allongement aurait pour effet de faire reculer la masse du corps.

» J'ai exposé, ailleurs ([1]), une théorie qui tient compte de l'action individuelle des différents groupes musculaires et des bras de leviers sur lesquels ils agissent. M. Marey a pensé que, pour mettre fin aux discussions sur ce mécanisme compliqué, il y avait lieu de recourir à une démonstration concrète en reproduisant les actions des divers groupes musculaires par des ressorts en caoutchouc agissant sur un système de leviers articulés. L'appareil schématique, réalisant ces conditions d'une manière suffisante, est représenté (*fig.* 1). On en a figuré les différentes pièces à l'intérieur de la silhouette d'un cheval pour faire saisir, au premier coup d'œil, la correspondance avec les organes locomoteurs de l'animal.

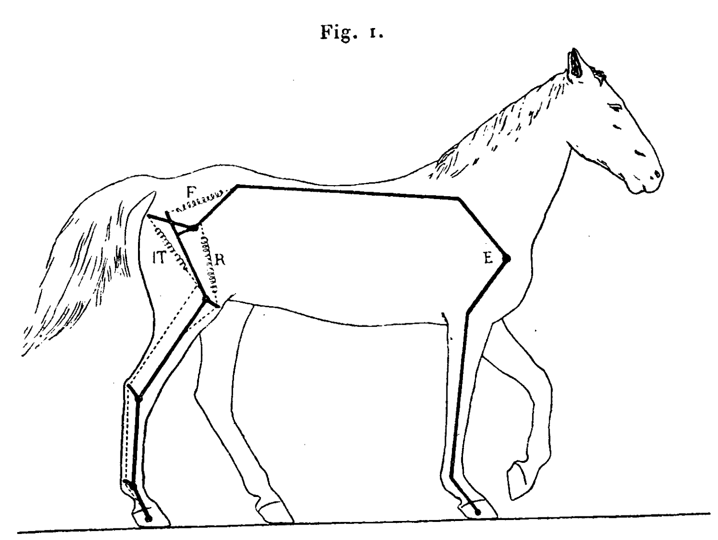
» Dans cet appareil, si je n'ai pas cherché à imiter dans leur forme les divers rayons osseux, j'ai, du moins, respecté leurs longueurs relatives, et, d'autre part, en localisant en un point l'application de chacune des forces motrices, j'ai eu soin que ce point correspondît sensiblement au centre d'action des forces musculaires. Enfin, pour donner de la stabilité au sys-

---

([1]) *Journal de l'Anatomie*, janvier-février 1893-1894.

tème, tout en éliminant les effets d'abduction et d'adduction, les diverses articulations sont assujetties à se mouvoir dans un plan, et l'appareil a été formé de deux moitiés semblables reliées par des entretoises, ce qui permet de le poser sur le sol où il se tient en équilibre. Dans ce schéma, le rôle du

Fig. 1.



membre antérieur est négligé; en admettant qu'il se réduise à supporter le poids de l'avant-main, je l'ai représenté par une tige infléchie, articulée en E, analogue à l'épaule.

» Il eût été fort compliqué et, du reste, inutile d'imiter l'action individuelle de chacun des muscles du membre postérieur au moyen de ressorts élastiques; j'ai réduit ces ressorts à trois.

» L'un, F, allant de l'os de la hanche au grand trochanter, représente la direction moyenne des fessiers; l'autre, IT, représente les muscles qui vont de l'ischion au fémur et aux os de la jambe; enfin le ressort R imite l'action de la partie la plus importante du triceps crural. Quant au ligament funiculaire qui donne les fléchisseurs superficiels des phalanges du cheval, son action est produite par une corde dont le trajet, pointillé sur la figure, s'étend du fémur à la deuxième phalange.

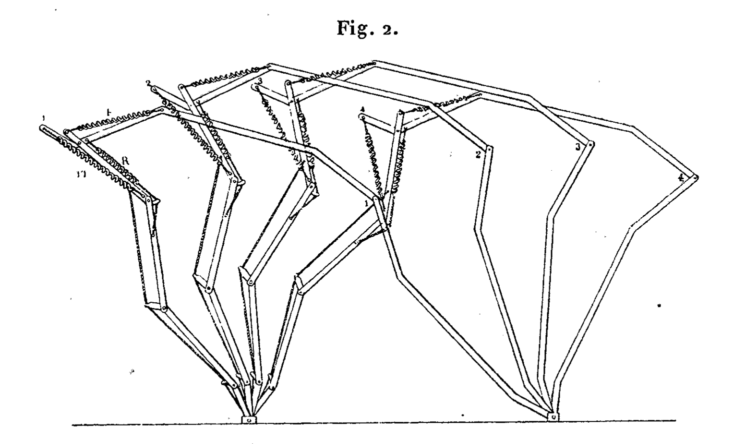
» *Expériences.* — Pour montrer le rôle des différents groupes musculaires dans la propulsion du corps, on place l'appareil sur le sol et on le tire en arrière de façon à le placer dans la position 1 (*fig.* 2), dans laquelle les membres postérieurs et antérieurs sont inclinés fortement en arrière de la verticale passant par leur base de sustentation. On abandonne l'appareil à lui-même et l'on constate dans une série de quatre photographies successives que, sous l'action des ressorts simulant les muscles,

la machine s'est vivement portée en avant. En opposant avec la main une résistance à ce mouvement on en constate la grande énergie.

» Pour apprécier le rôle de chacun des groupes musculaires représentés dans le schéma, on supprime successivement l'action de chacun d'eux, ce qui a des conséquences très différentes.

» La suppression des muscles ischio-tibiaux et fémoraux entrave toute progression; celle des fessiers n'entraîne qu'une diminution dans l'énergie des déplacements; on

Fig. 2.



constate aussi parfaitement que les muscles rotuliens agissent surtout pour établir, avec le fléchisseur superficiel des phalanges et les jumeaux de la jambe, la rigidité du membre. Les muscles situés en arrière du fémur représentent les principales forces propulsives; le triceps peut, sans trop d'inconvénients, être représenté par une corde inextensible.

» On prouve parfaitement que les muscles des parties inférieures des membres postérieurs (les jumeaux et le fléchisseur profond) ont surtout, au point de vue de l'impulsion, un rôle complémentaire de celui de la corde qui donne le fléchisseur superficiel des phalanges. Dans l'appareil qui a été décrit, l'absence de la représentation de ces organes n'entrave en rien la progression. Le fémoro-phalangien est, du reste, tout à fait à tort dénommé *fléchisseur,* car on voit, au moment du lever du membre, sa partie inférieure prendre une disposition flexueuse que l'on saisit très bien sur les sujets à peau fine, principalement au niveau du canon (M. du Teil).

» En résumé, si l'on considère l'amplitude des déplacements obtenus et la direction donnée aux extrémités thoraciques au moment de la mise en marche de l'appareil, à partir de la position 1 (*fig.* 2), on est conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Les muscles de la partie supérieure des membres postérieurs sont les agents essentiels de la locomotion et, parmi eux, ceux qui sont situés en arrière du fémur sont particulièrement actifs;

» 2° Le maintien et l'extension des rayons inférieurs des membres

dépendent presque entièrement de la contraction des mêmes muscles de la croupe, de la fesse et de la cuisse, dont l'action se transmet par l'intermédiaire des jumeaux de la jambe et du fléchisseur superficiel des phalanges; cela résulte de l'insertion de ces derniers muscles à la partie inférieure du fémur (¹);

» 3° Il est démontré que la création des forces locomotrices peut commencer bien avant le milieu de l'appui, contrairement à ce qui est admis par tous les auteurs. Ce fait avait toutefois été signalé et démontré par M. Marey dans la *Machine animale* (p. 126 et suiv.).

» L'action de la pesanteur sur la masse du corps est une condition nécessaire pour l'action propulsive des membres postérieurs. La preuve en est donnée par ce qu'on observe chez les chevaux atteints de ce qu'on nomme en vétérinaire l'*effort de rein* ou l'*entorse dorso-lombaire*, affection caractérisée par une dislocation des cartilages intervertébraux. Ce qu'on observe en pareil cas n'est pas dû à un défaut de transmission de l'action impulsive des muscles, mais bien à l'impossibilité de réaliser l'effort.

» L'appareil schématique peut donner la démonstration de ce fait. Il suffit de créer sur cet appareil, au niveau de la région lombaire, une articulation qui permette les mouvements dans un plan vertical; un verrou sert au besoin à rendre l'articulation rigide. Or, si l'articulation est libre, la contraction des muscles postérieurs produit une brisure de la ligne du rein, avec convexité en haut et la propulsion n'a pas lieu. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur une relation de l'énergie musculaire avec la sensibilité et sur les lois des variations de cette énergie en fonction du temps.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai eu l'occasion, dans une précédente Communication (24 juin 1895), de noter le fait suivant : des efforts musculaires intenses et un peu prolongés font évanouir des sensations faibles ou des différences faibles de sensations. Cette proposition, vraie de toutes les sensations et probablement da tous les faits psychiques, est très facile à vérifier pour la sensation lumineuse.

» Nous prenons une sorte d'écran Bunsen, carton blanc opaque percé au centre

(¹) Le peu de volume des jumeaux dans les quadrupèdes et leur texture fibreuse prouvent encore le rôle peu important de leur contractilité.

d'une ouverture circulaire obturée par un papier translucide; nous éclairons l'écran par devant et par derrière avec deux sources disposées de manière à obtenir, entre la tache éclairée par transparence et le fond éclairé par réflexion, des différences croissantes de numéros d'ordre de sensations : nous repérons les distances correspondantes. Cela fait, nous ramenons l'écran à la distance qui permet une différence d'un numéro d'ordre entre la tache et le fond; le patient se met à presser progressivement un dynamomètre ordinaire avec les muscles fléchisseurs de la main *jusqu'à épuisement total;* un aide lui présente, à chaque évanouissement de sensation, la différence de numéros d'ordre immédiatement supérieure et le patient voit successivement s'évanouir, à des temps qui sont immédiatement pointés, lors de pressions qui sont immédiatement enregistrées et transformées par le calcul en travaux, des différences de un à six numéros d'ordre de sensations.

» Le fait de l'évanouissement de sensations lumineuses et en général de faits psychiques s'explique facilement par l'hypothèse des localisations cérébrales, même admise avec restrictions : on conçoit que le centre moteur volontaire, situé en avant des centres sensitifs dans les zones corticales du cerveau ou ailleurs encore, ait pour effet, lorsqu'il est excité, de diminuer l'énergie des centres voisins, soit en détournant plus ou moins à son profit l'afflux sanguin, soit par tout autre mécanisme, et conséquemment de déterminer, dans le cas présent, une amblyopie plus ou moins prononcée.

» Le moteur vivant présente trois phases : une phase de croissance, une phase de constance, une phase de décroissance de l'effort. J'ai pu donner précédemment (18 novembre 1895), grâce à mon dynamomètre de puissance, l'équation reliant au temps le travail moyen accompli et la puissance instantanée dans la première phase ; il est impossible de donner une équation qui s'applique, avec assez d'exactitude, à la moyenne des sujets et qui puisse, à elle seule, résoudre les mêmes problèmes pour les trois phases. Désignons par τ la durée au bout de laquelle on atteint le maximum d'effort avec les muscles fléchisseurs de la main, τ' la durée au bout de laquelle est terminée la période de constance, τ'' la durée au bout de laquelle le sujet est épuisé ; τ varie normalement de $0'',1$ à $2''$, suivant les sujets; cette durée peut être volontairement prolongée, mais, toujours, $\frac{\tau'}{\tau}$ oscille entre 1 et 8 ; dans nos expériences, τ'' varie entre 1 et $4'$.

» Suivant le sujet et les dispositions différentes d'un même sujet, les évanouissements se répartissent inégalement dans les trois phases. *Le problème est de connaître l'énergie extérieure et intérieure dépensée aux instants de ces évanouissements successifs.*

» Considérons le cycle formé par le centre moteur supposé cortical, la moelle, le nerf moteur, les muscles fléchisseurs de la main, le nerf sensitif, la moelle et le cerveau : assimilons cet ensemble à une pile dont l'énergie est fournie par les combinaisons chimiques interstitielles de ces divers tissus ; c'est là un principe évidemment simplificateur, mais que l'on pourrait étayer de nombreux arguments, qui est admis par plusieurs physiologistes et qui sera d'ailleurs justifié par ses conséquences ; la chaleur dégagée n'est, à ce point de vue, que le résultat secondaire des résistances et des trans-

formations du circuit. Nous pouvons appliquer à cette pile ce que l'on sait sur les piles, et appelant E la force électromotrice, i l'intensité, t le temps variable auquel on considère le travail, $\mathfrak{T}_e$ le travail extérieur produit, $\mathfrak{T}_i$ le travail intérieur, poser l'équation

(1) $$\mathrm{E}it = \mathfrak{T}_e + \mathfrak{T}_i.$$

» Dans la première phase, de durée très courte τ, l'énergie dépensée aux divers moments t est, par une hypothèse sensiblement vérifiée par l'observation, proportionnelle aux temps; le travail intérieur est nul ou négligeable : on a donc

(2) $$\mathrm{E}i\tau = \mathfrak{T}_e,$$

équation dont l'on tire $\mathrm{E}i$, l'énergie de notre pile, $\mathfrak{T}_e$ étant le travail maximum indiqué par le dynamomètre.

» Dans la deuxième phase, de durée τ', le travail intérieur apparaît; mais comme on connaît $\mathfrak{T}_e$, puisqu'il n'augmente plus, on tire facilement de (1) et de (2)

(3) $$\mathfrak{T}_i = \mathrm{E}i(\tau' - \tau);$$

d'où, en divisant membre à membre (2) et (3),

(4) $$\frac{\mathfrak{T}_e}{\mathfrak{T}_i} = \frac{\tau}{\tau' - \tau}.$$

» On peut vérifier immédiatement cette formule, et conséquemment (2) et (3), par les expériences de Hirn et par les nombres plus récents de M. Chauveau. Le gros terme de travail intérieur est représenté par l'équivalent mécanique de la chaleur multiplié par la différence entre la quantité de chaleur dégagée pendant l'exécution du travail et la quantité de chaleur dégagée pendant le repos. Si l'on se reporte aux Tableaux de Hirn, on constate que le rapport moyen du travail extérieur au travail intérieur est sensiblement $\frac{1}{2,5}$: si, admettant avec M. Chauveau que la production de 1^{cc} de CO^2 équivaut à 2^{kgm}, 13, on multiplie par ce nombre, pour avoir le travail intérieur, la différence entre les échanges respiratoires totaux et les échanges respiratoires de l'état de repos, on trouve pour le rapport moyen du travail extérieur au travail intérieur dans ses expériences : $\frac{1}{6}$ [et non l'unité, comme conclut M. Chauveau (*Comptes rendus*, 20 janvier 1896, p. 118)]. Or, ces nombres on les retrouve si, dans la formule (4), on pose $\tau' = 3,5$, $\tau = 1$; $\tau' = 7$, $\tau = 1$, c'est-à-dire si l'on choisit des valeurs moyennes de celles que nous avons indiquées plus haut d'après le dynamomètre.

» Revenons à nos évanouissements de sensations, et considérons l'énergie consommée lors des disparitions successives des divers numéros d'ordre dans ces deux périodes; l'expérience conduit à cette relation simple : *Les nombres de numéros d'ordre qui s'évanouissent sont proportionnels à l'énergie dépensée.*

» Mais ce n'est là qu'une première approximation : il est certain qu'à partir d'une certaine limite, pour des travaux croissants, la sensation ne s'évanouit plus sensible-

ment : dans la troisième phase, l'expérimentateur le sent nettement. Or, cette loi plus rapide que la proportionnalité est la conclusion à laquelle conduit le calcul en admettant que, dans cette troisième phase, l'énergie décroît proportionnellement au temps. Appelons A la valeur de l'énergie de notre pile à la fin de la deuxième phase, on a, dans la troisième phase, à chaque instant,

$$\mathrm{E}i = \mathrm{A}\,\frac{\tau'' - t}{\tau'' - \tau'} = \frac{d\mathfrak{E}_e}{dt} + \frac{d\mathfrak{E}_i}{dt},$$

d'où, en intégrant,

$$\mathrm{A}\,\frac{\tau'' t - \frac{t^2}{2}}{\tau'' - \tau} = \mathfrak{E}_e + \mathfrak{E}_i + \text{const.};$$

en remarquant que pour $t = \tau'$, $\mathfrak{E}_e = \mathrm{A}\tau$ et $\mathfrak{E}_i = \mathrm{A}(\tau' - \tau)$, et faisant $t = \tau'$ dans cette équation, on obtient

$$\frac{\mathrm{A}}{\tau'' - \tau'}\,\frac{\tau'^2}{2} = \text{const.};$$

d'où

(5) $$\mathfrak{E}_e + \mathfrak{E}_i = \frac{\mathrm{A}}{(\tau'' - \tau')}\left(\tau'' t - \frac{t^2}{2} - \frac{\tau'^2}{2}\right);$$

d'où, pour le travail intérieur maximum, en faisant $\tau'' = t$, $\mathrm{T}_i = \mathrm{A}\,\frac{\tau'' + \tau'}{2}$, et pour le rapport des deux travaux maxima $\frac{\mathrm{T}_i}{\mathrm{T}_e} = \frac{\frac{\tau'' + \tau'}{2}}{\tau}$.

» Portons maintenant en abscisses les nombres de numéros d'ordre de sensations évanouis et en ordonnées les énergies correspondantes calculées par les formules (2), (3), (5); on retrouve des courbes d'apparence identique aux courbes psycho-physiques que j'ai étudiées dans de récentes Communications; j'espère pouvoir en faire connaître prochainement les paramètres, dans le cas des diverses sensibilités et apporter ainsi quelque lumière imprévue aux problèmes si discutés des localisations cérébrales (¹). »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Photographie par les rayons de Röntgen d'une balle de 7mm dans le cerveau.* Note de MM. **E. Brissaud** et **Londe**, présentée par M. Marey.

« La présente Note a pour but de signaler la possibilité d'appliquer les rayons de Röntgen au diagnostic des corps étrangers intracraniens et, en particulier, des projectiles d'armes à feu.

(¹) Travail du Laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

» Le 4 août dernier, M. X... reçut un coup de revolver (calibre 7^{mm}) à bout portant, dans la région moyenne de la bosse frontale gauche. Il affirme n'avoir pas perdu complètement connaissance, mais il lui était impossible de parler ni de faire aucun mouvement. Quelques heures plus tard, il répondait par monosyllabes aux questions qu'on lui posait; il avait les yeux fermés, il reconnaissait à leur voix tous ceux qui lui adressaient la parole; il s'efforçait même de leur répondre en anglais, l'idée de répondre en français ne lui venant pas à l'esprit. Il avait jusqu'alors employé indifféremment l'une ou l'autre langue. Lorsqu'il voulut recommencer à parler français, il n'y put parvenir, et cela dura environ trente-six heures.

» Le Dr Reverdin (de Genève) le vit dix-huit heures après l'accident, et constata une hémiplégie gauche complète, avec une perte de la sensibilité étendue de l'extrémité des doigts au pli du coude. Au-dessus du coude, les réflexes cutanés étaient conservés et toutes les excitations étaient perçues. Aucune tentative ne fut faite pour la recherche de la balle. Le blessé eut pendant neuf jours une fièvre régulièrement décroissante, fièvre n'ayant jamais atteint 39°, sinon le premier jour. Pendant quinze jours, il perdit ses matières et ses urines; puis il recouvra la tonicité des sphincters, sortit de sa torpeur, se remit à manger avec appétit sans avoir éprouvé un seul instant le plus léger trouble de la déglutition, enfin il se leva et apprit à marcher à la façon des hémiplégiques. La plaie ne fut le siège d'aucune complication, ne donna pas issue à la moindre esquille et fut complètement cicatrisée en moins d'un mois.

» A part la somnolence des premières heures et l'amnésie verbale transitoire exclusivement limitée aux mots français, l'état psychique ne subit aucune modification. Des accès de fou rire qu'il ne faut pas attribuer à un trouble mental seraient la seule anomalie intellectuelle à signaler si l'on ne savait que ces accès résultent simplement d'une irritation cicatricielle des corps opto-striés au voisinage du *genou de la capsule interne*.

» Aujourd'hui tout se borne à une hémiplégie gauche spasmodique des deux membres et de la face, sans participation des nerfs facial supérieur, moteur oculaire commun, masticateur. La contracture est de moyenne intensité, malgré l'exagération des réflexes et le clonus du pied; jamais le spasme ne s'est traduit par des convulsions jaksonniennes.

» La pénétration de la balle dans la région frontale gauche n'implique pas que l'hémiplégie actuelle soit le fait d'une lésion de l'hémisphère gauche. La direction de l'arme, d'ailleurs, rend très bien compte du trajet du projectile.

» La balle a perforé le lobe frontal obliquement de gauche à droite, puis, passant en avant du corps calleux et dans le plan même de celui-ci, a traversé l'hémisphère droit d'avant en arrière et de dedans en dehors. Dans ce parcours elle a sectionné les fibres de la couronne rayonnante de Reil au-dessus du ventricule latéral (ces fibres sont précisément celles qui forment le faisceau moteur intra-hémisphérique). En arrière, le projectile a respecté les fibres du faisceau sensitif, et l'on comprend ainsi que l'hémi-

plégie purement motrice ne se soit jamais compliquée d'hémianopsie. L'absence de troubles de la déglutition implique que les fibres capsulaires ont été épargnées entre le corps strié et la couche optique. Le rire spasmodique s'explique par une lésion de la partie antérieure du corps strié. L'aphasie *française* des premières heures doit être attribuée au traumatisme du lobe frontal gauche. Bref, le trajet de la balle était nettement déterminé par les symptômes. Il n'en était pas moins intéressant de confirmer le diagnostic rationnel par la preuve matérielle d'une biopsie sans exérèse, et c'est cette preuve que viennent de nous fournir les rayons de Röntgen. Les images ont été prises par M. Londe dans le laboratoire de la société *l'Optique*.

» Si l'image n'a pas toute la netteté désirable, c'est parce que le malade a été pris d'un léger clonus spontané de la tête, dû à la contraction prolongée de ses muscles cervicaux. Mais on distingue parfaitement la silhouette du crâne, la bosse frontale, le sinus frontal, les sinus maxillaires, le rocher, l'os malaire, l'apophyse zygomatique, la cavité orbitaire, etc.

» Le projectile est situé dans la région postérieure, à la hauteur de la deuxième circonvolution temporale, probablement au-dessus de la tente du cervelet. Cette localisation est précisément celle à laquelle aboutit le trajet prévu du projectile, si l'on détermine ledit trajet par la série des points où ont été successivement sectionnées les fibres nerveuses.

» Pour que la localisation eût une rigueur absolue, il faudrait, outre la Photographie dans le plan sagittal, une Photographie dans le plan frontal. Le malade, déjà fatigué par une pose de sept quarts d'heure, n'a pu être soumis à cette seconde épreuve.

» Pour le cas particulier dont il s'agit, l'intérêt de l'expérience consiste non seulement dans la détermination du siège actuel du projectile, mais dans la conséquence pratique de cette détermination. La balle étant située dans la région temporale, ce n'est pas à sa présence qu'est due l'hémiplégie persistante. L'hémiplégie résulte de l'interruption des fibres nerveuses que le projectile a rencontrées sur son passage; elle n'est pas d'origine corticale, mais d'origine capsulaire. Une intervention chirurgicale ne changerait donc rien à la situation. »

M. **d'Abbadie** présente une série d'observations météorologiques faites pendant une cinquantaine d'années, à Sorèze dans le département du Tarn, par le D^r Clos. Fils de cet observateur, notre Correspondant dans la Sec-

tion de Botanique désire mettre à la portée des savants cette série recueillie avec soin. M. le Président en ordonne l'envoi au Bureau météorologique.

M. **L. Mirinny** adresse une Note sur un « Essai de synthèse mathématique ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juin 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Mai 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. N° 5. Mai 1896. Paris, 1896; in-4°.

Spelunca. Bulletin de la Société de Spéléologie. Tome Ier. Rennes, Impr. Fr. Simon, 1895; 4 fasc. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Mémoires de la Société de Spéléologie. Tome Ier. 1 à 3. Rennes, Impr. Fr. Simon; 3 fasc. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Les rayons X de la Photographie de l'invisible. Paris, Chamuel, 1896; 1 vol. in-12. (Présenté par M. d'Arsonval.)

L'heure décimale et la division de la circonférence, par M. Henri de Sarrauton. Oran, Fouque, 1896; br. in-8°. (Présentée par M. Carnot.)

Théorie nouvelle de la vie, par M. Félix Le Dantec. Paris, F. Alcan, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

La reproduction des couleurs par la superposition des trois couleurs simples, par M. Robert Steinheil. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1896; 1 vol. in-4°.

Graminées. Descriptions, figures et usages des Graminées spontanées et cultivées de France, Belgique, Iles Britanniques, Suisse, par M. T. Husnot. 1re livraison. T. Husnot, à Cahan (Orne), 1896; 1 fasc. in-4°. (Offert par l'auteur.)

Notes sur la vie de Descartes et sur le « Discours de la méthode », par M. le Dr A. Netter. (Extrait des *Mémoires de l'Académie de Stanislas*). Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1896; br. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Juin 1896. Paris, Impr. Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Institut national genevois. Tome XXXIII. Genève, Georg, 1896; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 mai 1896.)

Note de MM. *E. Gley* et *V. Pachon*, Influence du foie sur l'action anticoagulante de la peptone :

Page 1229, ligne 25, *au lieu de* ne rend pas le sang coagulable, *lisez* ne rend plus le sang incoagulable.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUIN 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Formules des pressions moyennes locales, dans un fluide animé de mouvements tourbillonnants et tumultueux;* par M. J. **Boussinesq.**

« I. Imaginons, de la sorte ([1]), qu'un élément plan quelconque, par exemple celui qui est normal aux x et sur lequel les composantes de la pression moyenne locale sont N_x, T_z, T_y, devienne *principal* au point de vue des déformations moyennes locales, c'est-à-dire tel, que l'on y ait $G_z = 0$, $G_y = 0$. Cela signifiera que les couches fluides de la particule normales aux x n'éprouvent aucun glissement moyen local les unes devant les autres, les files de molécules parallèles aux x ne s'inclinant pas plus

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1289.

souvent ni en plus d'endroits sur ces couches dans certains sens que dans les sens contraires. Autrement dit, les déformations actuelles se feront, en moyenne, symétriquement de part et d'autre de ces couches; et les écarts moléculaires auxquels elles donneront lieu, entre la contexture idéale ou élastique de la particule pour les densité et température ρ, τ et sa contexture effective, ne pourront qu'être aussi, en moyenne, symétriques par rapport aux mêmes couches, si le fluide est pareillement constitué en tous sens dans l'état élastique. D'où il suit que les pressions moyennes locales, égales et contraires, exercées sur les deux faces d'une couche, ne pourront aussi qu'être symétriques l'une de l'autre et normales à la couche.

» Mais plaçons-nous dans le cas exceptionnel où il s'agirait d'un fluide doué du pouvoir rotatoire, dont l'état élastique serait seulement *isotrope* et non symétrique, c'est-à-dire serait pareil relativement à tous les systèmes d'axes des x, y, z qui se déduisent de l'un d'eux par une rotation quelconque du trièdre des coordonnées positives (sans échange de nom entre deux d'entre elles), ou pareil relativement à toutes les orientations possibles d'un observateur, auquel il offrirait cependant un aspect non symétrique à sa droite et à sa gauche. Alors on peut toujours remarquer que les déformations moyennes locales seront vues se faire de même, sur un côté quelconque d'une couche normale aux x, par deux observateurs ayant les pieds sur cette couche et tournés dos à dos, c'est-à-dire ayant deux orientations, autour de la normale, différentes de 180 degrés; en sorte que les écarts moléculaires entre l'état élastique et l'état effectif doivent leur paraître aussi moyennement pareils et, par suite, la pression moyenne locale exercée, à leurs pieds, sur l'élément plan normal aux x, pareillement située relativement à eux, c'est-à-dire normale à l'élément.

» En résumé, que le fluide soit ou non symétrique, comme il est toujours isotrope dans l'état élastique, l'on est conduit à admettre que *tout élément plan principal, au point de vue des déformations moyennes locales, est aussi principal au point de vue des pressions moyennes locales, c'est-à-dire perpendiculaire à la pression exercée sur lui.*

» II. Mais revenons à notre élément normal aux x. Nous voyons que les composantes tangentielles T_z, T_y de sa pression moyenne locale s'annulent dès que les vitesses de glissement G_z, G_y s'annulent elles-mêmes. Donc, si l'on considère, par exemple, T_z, son développement linéaire suivant les six quantités indépendantes D, G comprend tout au plus les deux termes en G_z, G_y. Mais, en considérant également T_z comme composante tangentielle de la pression moyenne locale sur l'élément plan

normal aux y, on verrait de même que ce développement de T_z comprend tout au plus les deux termes en G_z, G_x. Il se réduit, par conséquent, au terme affecté de G_z ; et l'on a, en désignant par K nn coefficient fonction, d'une part, des densité et température moyennes locales ρ, τ, d'autre part, de l'agitation telle qu'elle se produit autour de (x, y, z),

$$(6) \qquad T_z = KG_z.$$

» III. L'agitation étant toujours supposée, autour de (x, y, z), la même que précédemment, faisons varier les six vitesses moyennes locales de déformation D_x, D_y, D_z, G_x, G_y, G_z, de manière que les trois vitesses *principales* correspondantes de dilatation ou d'*extension*, auxquelles je donnerai les noms D_1, D_2, D_3, aient dans l'espace trois directions rectangulaires quelconques et prennent d'ailleurs, suivant ces directions, toutes les grandeurs relatives. Les pressions moyennes locales correspondantes P_1, P_2, P_3, également principales comme on a vu, pourront être exprimées dans un système de coordonnées ayant leur direction et puis être développées linéairement suivant les vitesses moyennes locales correspondantes de déformation, qui se réduisent aux trois dilatations D_1, D_2, D_3. Formons ensuite, pour tenir lieu de P_1, P_2, P_3, d'une part, leur moyenne arithmétique changée de signe (*pression moyenne*), que nous appellerons p, d'autre part, leurs demi-différences respectives $\frac{1}{2}(P_2 - P_3)$, $\frac{1}{2}(P_3 - P_1)$, $\frac{1}{2}(P_1 - P_2)$. Ce seront, avec des coefficients dépendant de ρ, τ et de l'agitation, quatre fonctions linéaires des trois variables D_1, D_2, D_3, ou, encore, de leur somme $D_1 + D_2 + D_3$ (*vitesse de dilatation cubique*) et de deux quelconques de leurs différences $D_2 - D_3$, $D_3 - D_1$, $D_1 - D_2$, à somme algébrique nulle.

Or, quand une de ces différences, celle de D_2 et D_3 par exemple, s'annule, on sait que toutes les directions comprises dans le plan des dilatations correspondantes D_2, D_3 sont principales au point de vue des déformations ; ce qui entraîne qu'elles le soient aussi pour les pressions et que l'ellipsoïde d'élasticité, devenu de révolution autour de D_1 ou de P_1, donne $\frac{1}{2}(P_2 - P_3) = 0$. Donc la demi-différence $\frac{1}{2}(P_2 - P_3)$, que l'on peut concevoir exprimée en fonction linéaire de $D_1 + D_2 + D_3$ et de $D_2 - D_3$, $D_3 - D_1$, se réduit au terme affecté de $D_2 - D_3$; et, en considérant aussi les deux autres demi-différences analogues, l'on a des formules comme

$$(7) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}(P_2 - P_3) = \varepsilon(D_2 - D_3), \qquad \frac{1}{2}(P_3 - P_1) = \varepsilon'(D_3 - D_1), \\ \frac{1}{2}(P_1 - P_2) = \varepsilon''(D_1 - D_2) = -\varepsilon''(D_2 - D_3) - \varepsilon''(D_3 - D_1), \end{array} \right.$$

où ε, ε', ε'' sont trois coefficients indépendants de D_1, D_2, D_3.

» La somme des formules (7) donne

$$0 = (\varepsilon' - \varepsilon'')(D_3 - D_1) - (\varepsilon'' - \varepsilon)(D_2 - D_3).$$

» Comme cette relation a lieu quels que soient les rapports mutuels des deux différences arbitraires $D_3 - D_1$, $D_2 - D_3$, il en résulte

$$\varepsilon' - \varepsilon'' = 0, \qquad \varepsilon'' - \varepsilon = 0;$$

et les trois formules (7) reviennent à poser l'égalité continue

$$(8) \qquad \frac{P_2 - P_3}{2(D_2 - D_3)} = \frac{P_3 - P_1}{2(D_3 - D_1)} = \frac{P_1 - P_2}{2(D_1 - D_2)} = \varepsilon.$$

» IV. Si l'on appelle a, a', a'' les cosinus directeurs de D_1, b, b', b'' ceux de D_2, c, c', c'' ceux de D_3, les formules connues, pour exprimer soit les six déformations D, G, soit les six pressions N, T, relatives aux axes des x, y, z, en fonction des déformations ou pressions analogues, relatives aux directions principales correspondantes et réduites à D_1, D_2, D_3 ou à P_1, P_2, P_3, donnent, d'une part, comme on sait,

$$(9) \qquad \begin{cases} D_x + D_y + D_z = D_1 + D_2 + D_3, \\ \frac{1}{3}(N_x + N_y + N_z) = \frac{1}{3}(P_1 + P_2 + P_3) = -p, \end{cases}$$

d'autre part, avec presque autant de facilité,

$$(10) \qquad \begin{cases} D_y - D_z = (c'^2 - c''^2)(D_3 - D_1) - (b'^2 - b''^2)(D_1 - D_2), & D_z - D_x = \ldots, \\ N_y - N_z = (c'^2 - c''^2)(P_3 - P_1) - (b'^2 - b''^2)(P_1 - P_2), & N_z - N_x = \ldots, \\ \frac{1}{2}G_x = \quad c'c'' \quad (D_3 - D_1) - \quad b'b'' \quad (D_1 - D_2), & \frac{1}{2}G_y = \ldots, \\ T_x = \quad c'c'' \quad (P_3 - P_1) - \quad b'b'' \quad (P_1 - P_2), & T_y = \ldots. \end{cases}$$

» Il en résulte immédiatement, vu l'égalité des rapports (8),

$$(11) \qquad \frac{N_y - N_z}{2(D_y - D_z)} = \frac{N_z - N_x}{2(D_z - D_x)} = \frac{N_x - N_y}{2(D_x - D_y)} = \frac{T_x}{G_x} = \frac{T_y}{G_y} = \frac{T_z}{G_z} = \varepsilon.$$

» V. La valeur commune ε des six premiers rapports (11), étant en particulier celle du sixième d'entre eux, se confond avec le coefficient K de la formule (6), et elle se trouve dès lors complètement indépendante de la manière dont sont orientées les trois vitesses principales de dilatation D_1, D_2, D_3 dans le mouvement moyen local. Mais on voit, par les formules (8) et (10), appliquées (avec d'autres valeurs des cosinus a, a', ..., c'') au passage du système des directions principales à un système quelconque

d'axes rectangulaires, que ce coefficient serait encore le même si l'on rapportait le mouvement à des coordonnées rectangles arbitraires, de sorte qu'il constitue un *coefficient de frottement intérieur* dépendant des déformations d'agitation au point considéré (x, y, z) sans dépendre ni de leurs valeurs à un instant dt plus qu'aux instants voisins, ni des angles de leurs directions ou de leurs plans avec aucuns autres. Et il resterait encore le même, par suite de l'isotropie du fluide à l'état élastique, si le système de déformations constituant l'agitation était autrement orienté dans l'espace.

» Il exprime d'ailleurs le rapport de quantités graduellement variables en x, y, z, t, comme T_x et G_x, etc., et il est, par suite, graduellement variable lui-même, très différent en cela des déformations d'agitation qui cependant le constituent. Il n'est donc fonction de celles-ci qu'à la manière d'une moyenne locale, où se confondent leurs détails tant de direction que de grandeur; et l'on peut dire qu'il dépend uniquement (à part les variables ρ, τ de l'état élastique moyen local) du *degré actuel moyen* d'intensité de l'agitation au point considéré, comme les coefficients évaluant les propriétés physiques d'un corps dépendent en général du degré de son imperceptible agitation calorifique appelé *température*. Le degré de l'agitation sera comme une sorte de température de l'écoulement, plus grossière que la température proprement dite, et englobant peut-être les deux principaux attributs du *pouls* d'un cours d'eau, amplitude et fréquence, comme la température implique à la fois, par son élévation, l'amplitude du mouvement calorifique et la période de ses vibrations, du moins les plus multipliées.

» L'agitation paraît donc devoir à son extrême irrégularité la propriété d'influer sur les qualités mécaniques d'une particule fluide sans altérer *en moyenne* son isotropie, et elle se comporte comme si, en un court moment, elle présentait les mêmes circonstances générales par rapport à tous les systèmes d'axes qu'une rotation quelconque déduit d'un premier système rectangulaire des x, y, z.

» VI. Cela étant admis, le développement linéaire de la pression moyenne p, suivant $D_1 + D_2 + D_3$, $D_2 - D_3$ et $D_3 - D_1$, ne peut contenir les termes en $D_2 - D_3$ et $D_3 - D_1$, qui changent de signe, tandis que p reste invariable, quand on permute D_2 et D_3, ou D_3 et D_1, c'est-à-dire quand on fait tourner de 90°, autour de la dilatation principale D_1 ou de la dilatation principale D_2, le système d'axes rectangulaires constitué par les directions de D_1, D_2, D_3. Donc la pression moyenne p, c'est-à-dire $-\frac{1}{3}(N_x + N_y + N_z)$, ne dépendra des vitesses moyennes locales de défor-

mation que par un terme proportionnel au trinôme $D_x + D_y + D_z$, c'est-à-dire à la vitesse actuelle $D_1 + D_2 + D_3$ avec laquelle se dilate, dans le mouvement moyen local, le volume des particules fluides considérées. Et le coefficient de ce terme sera d'ailleurs, tout comme la partie de p indépendante du mouvement moyen local, fonction des deux variables ρ, τ et du degré d'agitation.

» Mais, vu l'ordinaire petitesse (du moins dans les fluides sans viscosité appréciable) des parties non élastiques des pressions, comparativement à la pression élastique ou normale de repos, la pression moyenne p ne différera que peu de la pression élastique pour mêmes densité et température moyennes locales ρ, τ; et l'on n'aura à peu près jamais besoin de l'en distinguer.

» VII. Si l'agitation s'affaiblissait au point que les déformations effectives ou totales devinssent seulement de l'ordre des D, G, le coefficient ε du frottement intérieur, et celui qui affecte $D_x + D_y + D_z$ dans p, ne dépendraient plus que de ρ, τ. En effet, nos raisonnements s'appliquent évidemment à ce cas limite, où *l'agitation* s'élimine, comme nous avons vu, des formules des pressions moyennes locales. Le coefficient ε, en particulier, se réduirait donc alors à sa valeur déduite des expériences de Poiseuille sur l'écoulement dans les tubes fins et qui est, pour l'eau à 10° C., $\varepsilon = 0{,}0000001336\,\rho g = 0^{gr},1336$, les unités de temps et de longueur étant la seconde et le mètre.

» VIII. La comparaison des six premiers membres de (11) au septième fait connaître les formules définitives de $N_y - N_z$, $N_z - N_x$, ..., T_z; et si l'on observe d'ailleurs que les trois composantes normales de pression N_x, N_y, N_z s'expriment immédiatement en fonction linéaire de leur moyenne arithmétique $-p$ et du tiers de leurs différences respectives $N_y - N_z$, ..., il vient, pour représenter les pressions moyennes locales N, T, au moyen de p, du coefficient ε de frottement intérieur et des vitesses moyennes locales D, G de déformation, les triples formules

$$(12)\quad \begin{cases} (N_x, N_y, N_z) = -p - \frac{2}{3}\varepsilon(D_x + D_y + D_z) + 2\varepsilon(D_x, D_y, D_z), \\ (T_x, T_y, T_z) = \varepsilon(G_x, G_y, G_z). \end{cases}$$

» Le second terme de N_x, N_y, N_z, en $\varepsilon(D_x + D_y + D_z)$, s'y trouvera évidemment négligeable, à côté des autres termes en ε, dans les mouvements où les changements de forme des particules seront incomparablement plus grands que ceux de leur volume, notamment dans tous les écoulements de liquides, et même dans les écoulements de gaz sous des différences de pression assez petites par rapport à la pression elle-même.

» Après avoir substitué, dans (12), les valeurs (2) des vitesses de déformation, on portera ces expressions des forces N, T dans les équations indéfinies du mouvement moyen local,

$$(13)\quad \begin{cases} \dfrac{dN_x}{dx} + \dfrac{dT_z}{dy} + \dfrac{dT_y}{dz} + \rho X = \rho u', \qquad \dfrac{dT_z}{dx} + \dfrac{dN_y}{dy} + \dfrac{dT_x}{dz} + \rho Y = \rho v', \\ \dfrac{dT_y}{dx} + \dfrac{dT_x}{dy} + \dfrac{dN_z}{dz} + \rho Z = \rho w', \end{cases}$$

où X, Y, Z sont les composantes de la pesanteur g et u', v', w' celles de l'accélération moyenne locale, exprimables en u, v, w et leurs dérivées à la manière ordinaire. L'on aura ainsi, sous forme explicite en u, v, w, p, les trois équations indéfinies du mouvement, si l'on parvient à connaître le mode de variation de ε en fonction des données du problème. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les variations observées dans la composition des apatites;* par M. **Adolphe Carnot.**

« Depuis les mémorables travaux de Gustave Rose sur les apatites (1827), on admet que tous les phosphates de chaux cristallisés renferment une proportion uniforme de fluorure ou de chlorure de calcium, en sorte que leur composition est représentée par l'une des formules

$$P^2O^5.3\,CaO + \tfrac{1}{3}Ca(Fl.Cl)^2$$

ou, dans la notation unitaire,

$$Ca^5P^3O^{12}(Fl.Cl).$$

» Ayant entrepris une étude générale des phosphates de chaux, j'ai été conduit à faire l'analyse détaillée d'une quinzaine d'échantillons d'apatites d'origines différentes, en y appliquant la méthode de dosage du fluor que j'ai fait connaître ([1]). Ces analyses ont, dans la plupart des cas, vérifié très exactement la formule de G. Rose; mais j'ai aussi rencontré quelques anomalies curieuses, qui méritent d'être signalées.

» Je désignerai sous le nom d'*apatite normale* l'apatite pure et exclusivement fluorée :

$$P^2O^5.3\,CaO + \tfrac{1}{3}CaFl^2.$$

La proportion du fluorure de calcium y est de 7,94 pour 100; celle du

---

([1]) *Comptes rendus,* 28 mars 1892; *Annales des Mines,* 1er sem. 1893.

fluor = 3,77 pour 100; le rapport du poids du fluor à celui de l'acide phosphorique = $\frac{Fl^2}{3P^2O^5}$ = 0,0892. Pour calculer le fluor de l'apatite normale, qui aurait une teneur donnée en acide phosphorique, il suffit de multiplier cette teneur par le coefficient 0,0892.

» Les échantillons examinés appartiennent : les uns à des roches franchement éruptives, comme le trachyte de Jumilla, près le cap de Gate ; d'autres à des formations métamorphiques, comme les schistes talqueux du Tyrol ; d'autres enfin, à de véritables filons, comme ceux de Logrosan et de Cacérès (Estramadure), comme ceux d'Odegarden (district de Bamble), comme le dépôt géodique de Knappenwand (Tyrol) ou comme les grands gîtes filoniens du Canada.

» Je présenterai d'abord quelques exemples d'analyses, qui sont en concordance parfaite avec la formule théorique, bien que les échantillons appartiennent à des types notablement différents les uns des autres :

» I. Apatite en petits cristaux transparents, presque incolores, de Jumilla (Espagne) ;

» II. Apatite en cristaux plats, très transparents et très faiblement colorés en vert, de Knappenwand (Tyrol) ;

» III. Apatite en masse cristalline à grands clivages, de teinte gris verdâtre et peu transparente, d'Odegarden (Norwège).

	I.	II.	III.
Acide phosphorique	41,71	41,97	41,17
Fluor	3,54	3,63	1,66
Chlore	0,47	0,03	3,58
Chaux	54,95	54,65	53,10
Magnésie	»	»	0,73
Oxyde ferreux	traces	0,48	0,57
Oxyde ferrique	»	»	»
Quartz	»	0,80	»
	100,67	101,56	100,81

» En groupant les éléments, on trouve :

	I.	II.	III.
$P^2O^5.3CaO$	91,10	90,96	87,75
$P^2O^5.3MgO$	»	»	1,60
$P^2O^5.3FeO$	traces.	0,79	0,94
$CaFl^2$	7,27	7,41	3,41
$CaCl^2$	0,73	0,06	5,60
Quartz	»	0,80	»
	99,10	100,02	99,30

» Si l'on calcule, pour ces trois échantillons, la proportion de fluor total, en y comprenant la quantité correspondante au chlore, et, d'autre part, le fluor de l'apatite normale, on a :

Fluor dosé	3,54	3,63	1,66
Fluor correspondant au chlore	0,25	0,02	1,91
Fluor total	3,79	3,65	3,57
Fluor de l'apatite normale	3,72	3,74	3,67

» La concordance est donc aussi complète que possible entre les quantités dosées et celles qui se déduisent de la formule de G. Rose.

» Mais une première dérogation à la règle générale se présente dans les apatites du Canada.

» Ces apatites, tantôt en prismes hexagonaux bien nets et parfois de grandes dimensions, tantôt en masses cristallines plus ou moins sableuses, sont souvent accompagnées de calcite, de wernérite, de fluorine et de quartz et forment de grandes lentilles au milieu de pyroxénites et de cipolins.

» J'ai examiné deux échantillons : un cristal d'un brun rouge, de Renfreir (IV), et un cristal vert foncé, de Templeton (V); celui-ci offrait plusieurs centimètres de diamètre, ce qui m'a permis de vérifier, par deux analyses distinctes, que la composition était identique au centre et à la surface du cristal. Un troisième échantillon (VI), figurant dans la collection de l'École des Mines comme tiré du gisement de London-Grove (États-Unis), avait la forme d'un grand prisme hexagonal de couleur vert sombre.

» L'analyse a donné :

	IV.	V.	VI.
P^2O^5	41,00	41,50	41,55
Fl	2,24	1,26	1,95
Cl	0,28	0,37	0,94
CO^2	1,50	2,30	1,42
CaO	50,84	52,90	53,97
MgO	traces.	traces.	traces.
FeO	»	1,30	0,73
Fe^2O^3	4,59	0,22	»
SiO^2	0,55	0,30	0,25
	101,00	100,15	100,81

» Le groupement des éléments dosés conduit à :

$P^2O^5.3CaO$	83,78	88,30	89,74
$P^2O^5.3FeO$	»	2,15	1,14
$P^2O^5.Fe^2O^3$	5,60	0,44	»
$CaFl^2$	4,60	2,59	4,00
$CaCl^2$	0,44	0,52	1,57
$CaOCO^2$	3,41	5,23	3,22
Fe^2O^3	1,62	»	0,04
SiO^2	0,55	0,30	0,25
	100,00	99,53	99,96

» Le calcul du fluor, effectué comme précédemment, donne :

Fluor dosé	2,24	1,26	1,95
Fluor correspondant au chlore	0,15	0,20	0,50
Fluor total	2,39	1,46	2,45
Fluor de l'apatite normale	3,66	3,70	3,71

» Je trouvais donc entre les proportions de fluor des apatites du Canada et de l'apatite normale un écart important que des erreurs d'analyse ne pouvaient pas expliquer.

» Mais j'avais été frappé, d'autre part, de la présence de carbonate de chaux dans les apatites du Canada et je m'étais assuré (sur l'échantillon V) qu'elle n'était pas due à des inclusions irrégulières de calcite dans le cristal. Je supposai alors que le carbonate avait pu prendre la place d'une quantité équivalente de fluorure ou de chlorure de calcium.

» En effet, si l'on calcule la proportion du fluor correspondant à celle de l'acide carbonique, on trouve :

1,30 1,99 0,41

ce qui, ajouté aux quantités précédemment obtenues, donne :

3,69 3,45 3,67

» L'accord se trouve ainsi rétabli de la façon la plus remarquable avec l'apatite normale, à la condition d'admettre que le carbonate aussi bien que le chlorure de calcium peut se substituer isomorphiquement au fluorure dans l'apatite.

» J'ai cherché à réaliser, par une expérience de laboratoire, une substitution du même genre. En chauffant de l'apatite en poudre avec une solution de carbonate de soude à 160° dans un tube de verre épais, fermé à

la lampe, j'ai obtenu, au bout de six jours, une modification très peu prononcée à la vérité avec l'apatite exclusivement fluorée de Knappenwand, mais très marquée au contraire avec l'apatite chlorée d'Odegarden.

» Je suis porté à croire qu'une transformation bien plus complète a pu s'opérer, dans les temps géologiques, sur les apatites du Canada et de London-Grove, lorsque les minéraux déjà déposés dans les filons soumis, pendant des temps très longs, à l'action des eaux thermominérales, qui les ont incrustés de calcite.

» Une autre anomalie, observée sur des apatites du Tyrol, est peut-être encore plus étonnante et d'une explication plus difficile.

» Deux échantillons d'apatite jaune, bien transparents et à clivages faciles, de Grainer (VII) et de Golling (Tyrol) (VIII), enclavés dans un talc schisteux grisâtre, ont montré la composition suivante :

	VII.	VIII.
P^2O^5	42,98	44,06
Fl	0,23	0,38
Cl	0,12	0,17
CaO	53,18	53,50
MgO	traces	traces
FeO	0,58	0,70
SiO^2	2,60	1,40
	99,69	100,21

	VII.	VIII.
$P^2O^5 3CaO$	93,83	96,19
$CaFl^2$	0,47	0,78
$CaCl^2$	0,19	0,27
CaO	1,85	0,67
FeO	0,58	0,70
SiO^2	2,60	1,40
	99,55	100,01

» En calculant le fluor, comme dans les cas précédents, on arrive aux résultats que voici :

	VII.	VIII.
Fluor total (équivalent à Fl et Cl)	0,29	0,46
Fluor de l'apatite normale	3,83	3,92

» La quantité trouvée n'est donc guère que le dixième de la quantité théorique; or, ici, il n'y a pas de carbonate, mais seulement un peu de chaux en excès et un peu de silicate (un quart environ de la silice isolée par les acides est soluble dans la potasse et peut être supposée en combinaison avec l'oxyde ferreux).

» Or, ces deux apatites, examinées au microscope polarisant par M. Termier, dont on connaît la très grande compétence en pareille matière, n'ont montré dans leur cristallisation intérieure aucune différence avec les apatites ordinaires; mais elles ne portent, extérieurement, aucune

face cristalline et présentent la forme de sortes de cônes allongés, émoussés à la pointe et recourbés à la façon de certaines grosses dents de carnassiers.

» Peut-on attribuer à la très petite quantité de chaux, non saturée à l'état de phosphate tribasique, quelque influence sur la cristallisation intérieure de ces apatites? Doit-on plutôt admettre que le phosphate tribasique de chaux possède, par lui-même, un réseau cristallin semblable à celui de l'apatite? Je ne crois pas devoir me prononcer en présence d'un fait aussi rare, insuffisant pour édifier une théorie.

» Quoi qu'il en soit, il est remarquable que le seul exemple, que l'on ait encore rencontré, d'un phosphate tribasique de chaux dépourvu de la quantité normale de fluorure, de chlorure et même de carbonate de calcium, soit en même temps dépourvu de toute forme cristalline extérieure, bien qu'il présente les clivages et les propriétés optiques d'une véritable apatite. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence du* Campodea staphylinus (*Westwood*) *et d'une Araignée* (Sabacon Paradoxus) *dans la grotte de Dargilan* (*Lozère*); par M. **Lannelongue**.

« En revenant cette année du midi de la France, après mes vacances de Pâques, j'ai parcouru quelques-uns des merveilleux sites de ce qu'on appelle le *Pays des Causses*. Entre toutes les étroites vallées, ou plutôt entre toutes les crevasses profondes qui séparent ces plateaux de craie qui sont comme d'immenses tables calcaires, la gorge du Tarn, nommée plus souvent *Cañon du Tarn*, se distingue par sa beauté. Ici, le corridor, profond de 500^m à 600^m, chemine entre deux escarpements de grès, de calcaires ou de basaltes, façonnés par le Tarn à coups de siècles et à moitié remplis, dans le sens de la hauteur, d'une végétation intense qui fait un berceau à la rivière, tandis qu'au-dessus la lumière se joue de la façon la plus variée et la plus pittoresque dans le merveilleux décor de verdure et des roches étincelantes de chaque escarpement.

» La vallée de la Jonte rejoint celle du Tarn aux Roziers et offre au voyageur un spectacle plus coloré, plus grand peut-être, mais moins varié et moins agréable. En revanche, elle permet au touriste de visiter plusieurs grottes, parmi lesquelles Nabrigas, où M. Martel a trouvé le grand Ours fossile des cavernes (*Ursus spelæus*), et surtout Dargilan, l'une des

plus belles grottes de l'Europe, placée dans le Causse noir, à 850^{m} d'altitude et à 350^{m} au-dessus de la Jonte (Martel).

» En parcourant les vastes salles de cette caverne, j'ai pu prendre, sur les indications du guide Armand qui m'accompagnait, un insecte de l'espèce des Thysanoures que le guide avait remarqué depuis longtemps, et qui était, pour lui, le seul habitant de ces vastes espaces obscurs et silencieux.

» En cherchant cet insecte, j'ai découvert une Araignée que ce guide n'avait jamais vue, et pourtant il connaît la grotte mieux que personne, puisqu'il a aidé M. Martel dans les premières explorations de Dargilan, et qu'il la montre depuis aux visiteurs.

» A défaut de tout autre moyen, car nous n'avions absolument rien à notre disposition, nous nous sommes servis d'argile adhésive pour capturer quelques échantillons de l'insecte en question. C'est un Thysanoure, le *Campodea staphylinus* (Westwood). Il appartient à l'ordre le plus primitif des insectes et, comme certains autres Thysanoures à évolution peu avancée, présente certains caractères (rudiment de pattes abdominales) qui le rapprochent évidemment des formes primordiales du type des Articulés. Il paraît s'adapter aisément au régime cavernicole. Il a été trouvé, tout récemment, m'écrit M. Bouvier, professeur au Muséum, dans les grottes du Jura par M. Viré, et par M. Packard il y a quelques années dans celles du Kentucky.

» Lorsque j'approchais la lumière de cet insecte, il ne bougeait pas; mais, à un moment donné, la chaleur rayonnante de la bougie l'impressionnait, et il prenait la fuite. Je crus pouvoir conclure de cette expérience, répétée, qu'il était aveugle.

» Le *Campodea staphylinus* se rencontre dans diverses cavernes de France. Il est aveugle et se fait remarquer par la longueur démesurée de ses antennes et de ses filaments caudaux.

» L'Araignée est un *Sabacon paradoxus*. M. Simon en donne une description détaillée et minutieuse dans son Livre des *Arachnides de France*, t. VII, p. 266. On l'a rencontrée jusqu'ici à l'air libre dans les Mousses humides de Sare (Basses-Pyrénées) et dans la grotte des Demoiselles, près Saint-Beauzille de Putois.

» Tout à fait récemment, M. Simon a reçu la même espèce de la grotte de Habriger. »

Remarques au sujet de la Communication de M. Lannelongue; par M. **Émile Blanchard.**

« Tout d'abord je rappellerai les observations de Louis Agassiz sur un poisson aveugle d'un type très particulier découvert dans les eaux souterraines de la grotte du Mammouth dans l'État du Kentucky (*Amblyopsis spelœus*). Au temps où j'étais professeur au Muséum d'Histoire naturelle, j'ai pu acquérir pour l'établissement une très belle collection d'insectes cavernicoles, conservée dans des boîtes vitrées parfaitement closes, de manière à la mettre à l'abri des déprédations qui sont toujours à craindre de la part des Anthrènes. Chez les insectes aveugles, les nerfs optiques sont extrêmement grêles. Ils n'ont pas disparu : mais ils demeurent comme des témoins d'organes, qui chez les types voisins ont une importance de premier ordre. On sait, en effet, que chez les insectes adultes constitués d'une manière normale, les nerfs optiques ont un tel volume qu'ils apparaissent comme des prolongements des lobes cérébroïdes.

» Comme il existe au Muséum d'Histoire naturelle une entrée des catacombes où règne une complète obscurité, nous avons appris de M. Milne-Edwards, le Directeur de l'établissement, qu'un espace avait été ménagé en vue d'instituer des expériences qui devront conduire à mettre en évidence les modifications que subissent les organes de la vision suivant la présence ou l'absence de lumière. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la valeur alimentaire des pains provenant des farines blutées à des taux d'extraction différents*; par M. **Aimé Girard.**

« Les faits que j'ai exposés à l'Académie dans sa dernière séance m'ont permis d'établir l'inanité des préjugés qui consiste à croire que le pain blanc, fait de farines pures, n'est pas nutritif.

» J'ai montré, en effet, que le gluten figure en proportions identiques, pour un même blé, dans les farines pures à 60 pour 100 d'extraction qui donnent le pain blanc, et dans les farines impures à 72-74 pour 100 qui donnent les pains bis.

» Une autre objection, cependant, a été faite dans ces derniers temps à l'usage du pain blanc; à ce pain, on a reproché de ne fournir à notre

alimentation que des quantités insuffisantes d'acide phosphorique. On sait, en effet, que l'enveloppe du grain de blé dont les débris rendent les farines impures est plus riche que l'amande en acide phosphorique, d'où résulte qu'en blutant la boulange et en éliminant les sons on prive la farine d'une proportion de phosphore que quelques personnes considèrent comme indispensable à la phosphatation de l'organisme humain.

» Cette objection n'a pas plus de valeur que celle qui consiste à nier les propriétés nutritives du pain blanc; j'espère le démontrer.

» Tout d'abord, il convient de considérer comme incompatible avec les habitudes modernes l'idée de faire intervenir à la fabrication du pain le produit complet de la mouture; la masse compacte, indigeste que celui-ci fournit à la panification ne trouverait, en France du moins, que bien peu de consommateurs prêts à l'accepter aujourd'hui.

» Aussi n'est-ce pas à la boulange entière que l'on entend demander l'enrichissement de notre pain en acide phosphorique, c'est seulement à une partie de cette boulange. C'est d'après ce principe que sont préparés les pains de son qu'en certaines contrées, en Angleterre notamment, on recherche pour les propriétés laxatives que les débris d'enveloppe leurs communiquent, et il en est de même pour ces pains qu'aujourd'hui encore on désigne sous le nom impropre de *pains complets*.

» Aussi, le gain en acide phosphorique réalisé par la substitution, au pain blanc des farines pures, du pain bis que fournissent les farines incomplètement blutées est-il peu important.

» Personne, d'ailleurs, ne fait aujourd'hui du pain sa nourriture exclusive; les artisans, même les plus pauvres, consomment, en même temps que le pain, des soupes aux légumes, des pommes de terre, des châtaignes, des œufs, du lait, des fromages, etc., tous aliments dont l'ensemble apporte une quantité d'acide phosphorique importante et supérieure, en tout cas, à celles qu'apporterait la substitution du pain bis au pain blanc.

» Pour fixer la valeur de cet apport, je me suis proposé, avec l'aide de deux jeunes chimistes attachés à mon laboratoire, MM. Cordier et de Gigord, de déterminer la teneur, en acide phosphorique, des principaux aliments en l'état même où ils sont consommés.

» C'est sur le pain d'abord que j'ai porté mon attention.

» Dans ce but, j'ai pris, sur le marché de Paris, quatre échantillons de blé représentant la bonne marchandise courante et provenant du Cher et de la Nièvre (blés du pays), de la Vienne (variété Goldendrop) et enfin de l'Eure (variétés Goldendrop et Victoria mélangés).

» Pour chacun de ces blés, la proportion relative d'enveloppe et

d'amande a été déterminée par le procédé que j'ai fait connaître en 1884 (¹), puis, dans chacune de ces parties, l'acide phosphorique a été dosé; les résultats ont été les suivants :

	Proportion en centièmes		Acide phosphorique p. 100, dans	
	d'enveloppe.	d'amande (²).	l'enveloppe.	l'amande.
Blé du Cher.......	13,42	86,58	2,71	0,32
Blé de la Nièvre ...	12,52	87,48	2,21	0,24
Blé de la Vienne...	12,73	87,27	2,72	0,27
Blé de l'Eure......	13,40	86,60	1,83	0,35
Moyenne.....	13,02	86,98	2,37	0,30

» Partant de là, il est aisé de se rendre compte des quantités d'acide phosphorique que le consommateur peut gagner lorsqu'il préfère le pain bis au pain blanc.

» Si l'on suppose que, s'adressant aux produits les plus bas de la mouture normale, il prenne pour matière première de son pain les farines bises qui représentent environ 3 pour 100 seulement de la boulange totale, et si l'on soumet ces farines à l'analyse afin d'y déterminer le poids des 120000 débris d'enveloppes qu'en contient chaque gramme, on constate que ce poids ne représente pas plus de 1,3 pour 100 du poids de la farine.

» Ce n'est donc plus, dans ce cas, l'apport d'acide phosphorique qu'auraient fait les 12 à 14 pour 100 d'enveloppes du grain entier qu'il faut considérer mais seulement l'apport de cette modeste proportion de 1,3 pour 100.

» Un calcul simple permet alors d'établir que, dans chaque kilogramme de farine provenant d'un même blé, on aura pour la farine pure 3^{gr} d'acide phosphorique et $3^{gr},30$ pour la farine bise contenant 1,3 pour 100 de petits sons.

» C'est donc à un enrichissement bien modeste qu'aboutit l'emploi d'une farine bise dont les produits panifiés sont colorés, mal développés, à mie grasse, lourds et d'une digestion difficile.

» A côté des basses farines que produit normalement la mouture, il m'a semblé intéressant d'étudier les farines à l'aide desquelles on a fabriqué dans ces derniers temps les pains qu'on a désignés sous le nom très impropre de *pains complets*.

» Celles-ci ne sont pas des produits normaux de la mouture, ce sont des mélanges factices que le meunier compose, suivant le goût du consom-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 6ᵉ série, t. III, p. 293; 1884.

(²) Le germe, 1,5 pour 100 environ, est, ici, compté avec l'amande.

mateur, mais qui, en général, sont formés de 60 pour 100 de farine fleur, de 30 à 35 pour 100 de gruaux blancs et bis et enfin de 5 à 10 pour 100 de petits sons.

» A l'analyse, les farines de ce genre m'ont donné, en moyenne, 3,02 pour 100 de débris d'enveloppes, de telle sorte qu'en leur appliquant le même calcul que tout à l'heure aux farines bises, on reconnaît que leur apport en acide phosphorique ne dépasse pas $3^{gr},62$ par kilogramme.

» Tel est le gain auquel aboutit la substitution, aux farines pures qui donnent le pain blanc, de farines plus impures que celles employées habituellement à la production du pain bis; c'est par un chiffre de $0^{gr},30$ dans un cas, de $0^{gr},62$ dans l'autre qu'elle se traduit par kilogramme.

» Si, d'ailleurs, au lieu de considérer ces farines, nous considérions les pains que leur pétrissage fournit, nous verrions, par suite de l'hydratation de ces pains, le gain s'abaisser encore.

» Mais il est inutile de pousser jusque-là, et il suffit de mettre en ligne de compte les quantités d'acide phosphorique qu'apportent à l'homme, même le moins fortuné, les aliments dont il accompagne la consommation du pain, pour être convaincu que c'est faire fausse route que de payer de ce faible gain l'abaissement de la qualité de celui-ci.

» L'importance de cet apport cependant ne saurait être appréciée, si la Science ne venait fixer la quantité minima d'acide phosphorique nécessaire à l'entretien de l'organisme humain. Sur ce point, les opinions des physiologistes présentent des divergences; mais, sans examiner ces opinions et pour placer ma démonstration dans les conditions les plus défavorables, j'adopterai aussitôt le chiffre le plus élevé qui ait été proposé; c'est aux travaux de notre Confrère M. Bouchard que j'emprunterai ce chiffre : « Normalement, dit-il, l'adulte robuste, actif et bien nourri élimine, en vingt-quatre heures, $3^{gr},19$ d'acide phosphorique » [1].

» Ceci posé, je rechercherai quelle quantité d'acide phosphorique apportent, non pas aux personnes aisées dont l'alimentation est toujours surabondante, mais aux artisans les moins fortunés, les divers aliments dont ceux-ci font usage. Je laisserai même de côté l'alimentation à la ville, où l'emploi des produits animaux : viandes, poissons, œufs, etc., aboutit à une si grande consommation de composés phosphorés, je me préoccuperai exclusivement de l'alimentation des plus modestes ouvriers des

(1) *Leçons sur les maladies par ralentissement de la nutrition*, 3e édition, p. 214; 1890.

champs, des journaliers dont le salaire, en certaines régions, ne dépasse guère $1^{fr},25$ par jour.

» On sait de quelle façon est, d'habitude, composée la ration de ces journaliers : des soupes à la graisse et aux légumes, des ragoûts de pommes de terre ou de haricots, du lait, des fromages, des châtaignes, en quelques régions des galettes de sarrasin, etc.

» Les quantités que chacun en consomme sont considérables : pour en établir le compte, j'ai eu recours à l'obligeance de trois collaborateurs que je ne saurais trop remercier du concours qu'ils m'ont prêté; ce sont : M. G. Coquard, maire de Châtin (Nièvre) en plein Morvan; notre confrère M. Duclaux, auquel les habitudes des cultivateurs du Cantal sont si familières, et enfin M. de Lavalette, propriétaire à Aubenas (Ardèche).

» Pour chacune de ces régions, à la ferme, les aliments délivrés aux journaliers ont été soigneusement pesés à chaque repas, et de ces pesées sont résultées pour les rations quotidiennes les compositions suivantes :

» Dans la Nièvre, $1^{kg},500$ de pain de froment; à la soupe du matin $0^{kg},300$ de pommes de terre et $0^{kg},200$ de choux, à la soupe du soir les mêmes légumes; à midi $1^{kg},200$ de pommes de terre, ou $0^{kg},400$ de haricots; aux repas intermédiaires $0^{kg},450$ de fromage blanc ou, de temps en temps, deux œufs durs, un poisson fumé, des crêpes, des fruits, etc. que, pour simplifier, je laisserai de côté, comme aussi les 150^{gr} de lard ou petit salé qui, généralement, interviennent à l'un des repas, pour considérer la ration normale, essentielle, comme comprenant $1^{kg},500$ de pain, $1^{kg},800$ de pommes de terre, $0^{kg},400$ de légumes, surtout de choux et enfin $0^{kg},450$ de fromage blanc.

» Dans le Cantal, et de la même façon, les pesées, faites aux différents repas, aboutissent à une ration quotidienne qui comprend $0^{kg},750$ de pain de seigle, $0^{kg},750$ de galette de sarrasin ou *bouriol*, 1^{lit} de lait, $0^{kg},600$ de légumes (choux, pommes de terre, etc.), $0^{kg},150$ de fromage de pâte sèche et en outre $0^{kg},150$ de lard que, comme dans le cas précédent, je laisserai de côté pour ne m'occuper que de la ration végétale.

» Dans l'Ardèche, suivant qu'il s'agit de la montagne ou de la plaine, la ration est sensiblement différente; c'est la ration du montagnard, vivant à 1000^{m} ou 1200^{m} d'altitude, que je considérerai parce qu'elle est la plus simple. Dans cette ration, on voit alors figurer 1^{kg} de pain de seigle, $0^{kg},500$ de châtaignes sèches, 2^{lit} de lait à l'état de nature ou sous forme de fromage, des soupes épaisses au gruau d'orge ($0^{kg},600$ de gruau par jour) et enfin $0^{kg},400$ de légumes (pommes de terre, etc.).

» Aucune de ces matières alimentaires n'est négligeable au point de vue

de son apport en acide phosphorique. Cet apport, en effet, pour 100 parties de matière fraîche, s'élève aux chiffres ci-dessous :

Produits végétaux.		Produits animaux.	
Galette de sarrasin (bouriol du Cantal)	0,325	Œufs (jaune et blanc)	0,337
Gruau d'orge	0,230	Lait (¹)	0,220
Pommes de terre	0,140	Fromage blanc (74 °/₀ d'eau)	0,374
Haricots	0,924	» du Cantal (46 °/₀ d'eau)	1,080
Châtaignes	0,200	» de gruyère (38 °/₀ d'eau)	1,350
Choux	0,089	Viande de bœuf (culotte)	0,285
Carottes	0,036	» de mouton (côtes)	0,425
Navets	0,058	» de porc (lard maigre)	0,160

» Les données ainsi fournies par l'analyse permettent alors de calculer le poids d'acide phosphorique que le journalier consomme, en outre de celles que lui apporte son pain.

» Pour l'ouvrier du Morvan, ce poids s'élève chaque jour à $4^{gr},88$, si son repas du midi est fait de pommes de terre; à $6^{gr},90$ s'il est fait de haricots; pour l'ouvrier du Cantal, il atteint $6^{gr},58$; pour le montagnard de l'Ardèche, $6^{gr},92$; dans les trois régions, on le voit, ce poids est égal au double de $3^{gr},19$ qu'exige l'entretien de l'organisme humain.

» L'homme a-t-il donc besoin alors de s'adresser à l'enveloppe du grain, aux sons pour enrichir sa ration d'acide phosphorique? Si le pain du paysan Morvandiau, provenant d'une farine à 75 pour 100 d'extraction, est bis, compact et d'une digestion difficile, les $1^{kg},500$ qu'il en consomme lui en apporteront par la farine fleur qu'il contient $2^{gr},86$, par les débris d'enveloppe qui y sont mélangés $0^{gr},33$, soit au total $3^{gr},19$, tandis que $1^{kg},400$ seulement de pain blanc, léger, pétri à l'aide de farines pures à 65 pour 100 lui en apporterait $3^{gr},09$.

» De telle sorte que, pour satisfaire à l'élimination de $3^{gr},19$ d'acide phosphorique, sa ration quotidienne mettra à sa disposition : dans le cas où il consomme du pain bis, $6^{gr},90 + 3^{gr},19 = 10^{gr},09$ d'acide phosphorique; dans le cas où il consommera du pain blanc, $6^{gr},19 + 3^{gr},09 = 9^{gr},99$; la différence ne dépasse pas $0^{gr},10$. Voilà tout le gain, gain bien superflu, qu'apporte à la ration du journalier Morvandiau l'usage du pain bis.

» Appliqué à la ration de l'ouvrier du Cantal, le même calcul montre celui-ci disposant, dans le cas où son pain est bis, de $8^{gr},13$ d'acide phos-

(¹) Cette teneur du lait en acide phosphorique est empruntée aux travaux de M. Duclaux.

phorique, alors que le remplacement de ses $0^{kg},750$ de pain de seigle par $0^{kg},700$ seulement de pain blanc en laisserait encore 8^{gr} à sa disposition.

» Il en est de même pour le montagnard ardéchois; une substitution identique abaisserait ses ressources en acide phosphorique de $9^{gr},04$ à $8^{gr},89$; la différence est de $0^{gr},15$.

» C'est à ces chiffres insignifiants $-0^{gr},10$, $-0^{gr},13$, $-0^{gr},15$ que s'élève le gain en acide phosphorique résultant de l'emploi du pain bis en place du pain blanc; ce gain représente, tout au plus, $\frac{1}{100}$ de l'apport dû à l'ensemble des aliments.

» D'où résulte qu'en fin de compte, dans l'un comme dans l'autre cas, c'est à une quantité triple de celle qu'exige l'entretien de l'organisme humain, que cet apport s'élève.

» On peut alors considérer comme une vérité démontrée que rien ne justifie l'emploi par l'homme, dont les fonctions digestives sont normales, du pain bis et compact que fournissent les farines mélangées de son.

» Ceux-ci peuvent alors être recherchés par les gourmets pour leur saveur particulière, comme aussi, et à cause de propriétés rafraîchissantes que le son leur communique, par les personnes dont les facultés digestives ne sont pas régulières. Dans le premier cas, ce sont des pains de luxe, dans le second, ce sont des remèdes.

» Mais le pain véritablement utile, celui que doit rechercher l'homme soucieux de sa santé comme de sa bourse, c'est le bon pain blanc, bien levé, trempant bien la soupe, qu'à Paris on nous vend sur la balance sous le nom de *pain boulot* ou de *pain fendu* et que le boulanger a pétri à l'aide de belles et pures farines au taux d'extraction de 60, 65 et même, à la rigueur, de 70 pour 100.

» C'est à l'usage de ce pain qu'il convient de s'arrêter, et la formule de l'utilisation véritablement économique du grain de froment est celle qui consiste à réserver 70 pour 100 *au plus* du poids de ce grain à l'alimentation humaine, 30 pour 100 *au moins* à l'alimentation du bétail. Ce que l'homme, en agissant ainsi, abandonne sous forme de pain, il le retrouve sous forme de viande. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Observations et remarques sur le pouvoir bactéricide et la substance bactéricide du sérum sanguin.* Note de M. S. **Arloing**.

« I. Aux procédés déjà usités pour mettre en évidence le pouvoir bactéricide du sérum sanguin, MM. Gruber et Durham en ont ajouté un autre,

qu'ils ont fait connaître au récent Congrès de Médecine interne tenu à Wiesbaden.

» Il consiste à associer, *in vitro*, 40^{mgr} de sérum à 2^{cc} de bouillon tenant en suspension, comme d'une émulsion, 30^{mgr} de microbes empruntés à une culture sur agar-agar. Si le sérum provient d'un sujet immunisé contre le microbe sur lequel on opère, les microrganismes se rassemblent en grumeaux, se déposent au fond du tube où s'opère la réaction, le bouillon se clarifie et finit par prendre, au-dessus du précipité, sa transparence primitive. Un certain nombre des microbes entraînés de cette façon perdent en tout ou en partie leur faculté de végétation ainsi que leur affinité pour les matières colorantes ; enfin, ils se résolvent en granulations et se détruisent. Si, au contraire, le sérum provient d'un sujet normal, l'émulsion persiste ; on ne voit s'y déposer qu'un très petit nombre d'individus.

» MM. Gruber et Durham ont étudié la réaction susindiquée sur plusieurs vibrions cholériques, sur le bacille d'Eberth et le bacille d'Eschrich. Ils la regardent comme spécifique, de sorte qu'elle pourrait servir à différencier des microbes jouissant de quelques propriétés communes.

» II. J'étudie actuellement un sérum, celui d'une génisse ayant reçu sous la peau, par de nombreuses injections graduées, une grande quantité (800^{cc}) de sérosité virulente du poumon péripneumonique, qui produit la réaction de MM. Gruber et Durham avec la plus grande netteté sur les émulsions en bouillon du pneumobacille que j'ai retiré des lésions de la péripneumonie contagieuse du bœuf. Moins de quinze minutes après le mélange, on saisit le phénomène de l'agglutination ; en moins d'une demi-heure, les grumeaux commencent à tomber au fond du tube de verre ; en une heure et demie, les $\frac{2}{3}$ de la colonne liquide sont déjà clarifiés. A ce moment, quelques groupes de bacilles se colorent à peine par la thionine. Cette modification s'accuse davantage avec le temps ; le lendemain, elle coexiste avec la résolution en granulations de beaucoup d'individus.

» Le sérum d'une génisse normale réagit à peine et lentement sur la même émulsion.

» Bien que mon sérum soit recueilli depuis le mois de février, son pouvoir bactéricide est tel qu'il entraîne la réaction à la dose de 10^{mgr}, c'est-à-dire diluée à $\frac{1}{200}$.

» III. Si la réaction est tentée sur une émulsion de pneumobacilles dans l'eau distillée stérilisée, elle ne se produit pas. La colonne liquide reste toujours louche et opalescente ; tout au plus, un léger dépôt apparaît-il au fond du tube dix à quinze heures après l'addition du sérum immunisé.

Pour obtenir ce résultat, il faut opérer avec de l'eau bien pure et dans des tubes de verre très propres.

» M. Buchner avait déjà signalé l'influence nuisible de l'eau (voir *Centralblatt für Bakter.*, 1889, p. 817) et signalé, à la même époque, que la solution physiologique de sel marin dilue le sérum sans lui enlever sa propriété bactéricide.

» IV. M. Buchner est allé trop loin en disant que la dilution du sérum dans l'eau distillée fait disparaître le pouvoir bactéricide. Dans mes expériences, il persistait à l'état latent, car, deux heures après l'adjonction du sérum à l'émulsion, il suffisait d'ajouter quelques gouttes de la solution physiologique de sel marin pour provoquer la réaction dans les tubes où elle ne pouvait s'établir. Parfois même, les grumeaux se formaient et s'amoncelaient au fond du tube avec une rapidité surprenante.

» V. Des effets de la dilution du sérum dans l'eau distillée et dans la solution de sel marin, du résultat de la dialyse du sérum bactéricide en présence de l'eau simple ou de l'eau salée, M. Buchner conclut que l'eau pure agit en changeant la proportion des sels du sérum, proportion indispensable au maintien de la composition normale des albuminates auxquels le pouvoir bactéricide serait attaché. Pour ce bactériologiste, le changement subi par le sérum tient à une modification dans la proportion des matières minérales.

» Je viens d'observer que le sel marin peut être remplacé par d'autres sels, le chlorure de potassium, le bicarbonate de soude, par exemple, et que l'action qui semble appartenir au chlorure de sodium est aussi l'apanage du bouillon de viande simple, d'une solution de peptone pure à 7 pour 1000, de l'albumine d'œuf. La peptone agit même avec une intensité remarquable.

» Puisque des matières organiques peuvent dégager très rapidement le pouvoir bactéricide rendu latent par la présence de l'eau distillée, il paraît vraisemblable que M. Buchner s'est exagéré l'importance des matières minérales dans la conservation de l'intégrité de la substance bactéricide.

» VI. A propos des observations de MM. Gruber et Durham, de M. Pfeiffer, de M. Metchnikoff et des siennes, M. Bordet (voir *Annales de l'Institut Pasteur,* 25 avril 1896) émet ses idées sur la cause intime de l'action très bactéricide du sérum des vaccinés. Il croit qu'elle naît de la synthèse d'une substance bactéricide proprement dite, non spécifique, « répandue et préformée chez les animaux neufs comme chez les vaccinés», avec une substance préventive spécifique. « Isolément, chacune des deux » substances n'agit que faiblement; réunies, elles altèrent le microbe de la

» manière la plus évidente. » M. Bordet ne s'explique pas nettement sur le phénomène qui se passe quand la substance préventive spécifique est en présence de la substance bactéricide non spécifique. Les deux substances ajoutent-elles leur action bactéricide, ou bien la présence de l'une exagère-t-elle l'influence de l'autre, ou bien se forme-t-il une substance nouvelle? Toutefois, il ressort, me semble-t-il, du Mémoire de M. Bordet, que la substance bactéricide est une dans le sang normal et dans le sang des immunisés, que seule l'intensité des effets est différente, et que la différence tient à la présence de la substance préventive dans un cas, à l'absence dans l'autre.

» Pourtant, en comparant le sérum normal à celui de la génisse immunisée, en présence de l'eau distillée, j'ai relevé des différences curieuses. Ainsi, l'eau pure, loin d'empêcher le pouvoir bactéricide du sérum normal de se manifester, l'exalte relativement au bouillon. Le chlorure de sodium, qui fait apparaître le pouvoir bactéricide du sérum immunisé, associé à l'eau pure, est ici à peu près sans influence ainsi que la solution de peptone et le bouillon simple. Quant au chlorure de potassium et au bicarbonate de soude en solution à 7 pour 1000 qui combattent l'action nuisible de l'eau sur la substance bactéricide du sérum immunisé, ils suspendent, au contraire, l'action bactéricide que le sérum normal manifeste en présence de l'eau.

» Ces faits ne sont guère favorables à la conception d'une substance bactéricide unique, répandue et préformée dans le sang des animaux neufs et vaccinés. Ou bien, il faut admettre que le contact de la substance préventive spécifique modifie profondément certaines des propriétés que celle-là possède dans le sang des sujets neufs. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

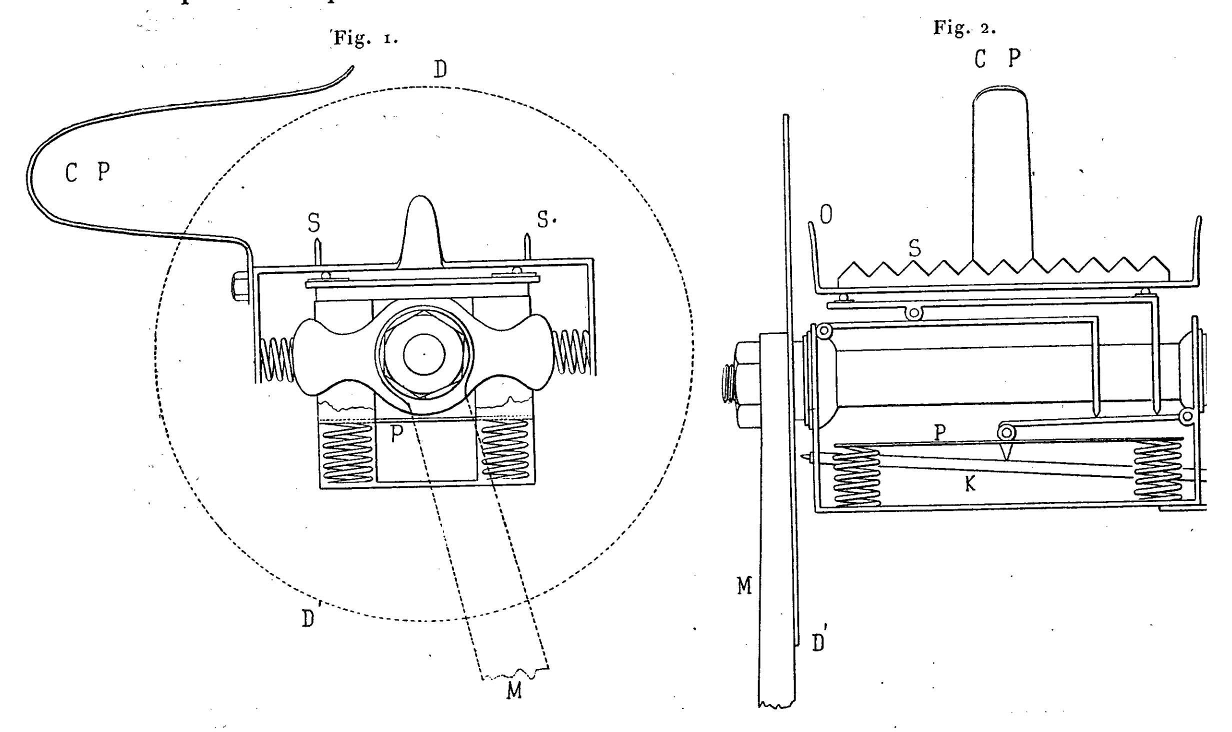
MÉCANIQUE ANIMALE. — *Mesure du travail dépensé dans l'emploi de la bicyclette.* Note de M. **Bouny**, présentée par M. Marey.

(Renvoi à la Commission du prix Fourneyron.)

« Pour évaluer ce travail, il n'existait, à notre connaissance, que deux appareils de quelque précision : le Cyclographe, décrit par M. Scott dans son Ouvrage (*Cycling Art Energy and Locomotion*, Philadelphie, 1889), et la pédale dynamométrique de MM. Maillard et Bardon. Les indications de ces appareils sont incomplètes; celui de MM. Maillard et Bardon

donne bien, il est vrai, le moment de la composante normale, mais il suppose que le plan de la pédale conserve dans l'espace une direction constante, ce qui n'a jamais lieu. Dans le dispositif primitivement employé par M. Marey, on mesurait non seulement l'effort normal à la pédale F_n, mais encore l'effort parallèle à son plan (effort de glissement) F_g; l'emploi de la méthode chronophotographique permettait de compléter cette double notion par celle de la position de la pédale et de la manivelle dans l'espace.

» La méthode nous a paru néanmoins devoir être modifiée : la transmission par l'air des indications du dynamomètre a été supprimée et le disque d'inscription DD' (*fig.* 1 et 2) a été calé sur l'axe même de la pé-



dale, entre le renfort de cet axe et la manivelle M dont il est par conséquent solidaire.

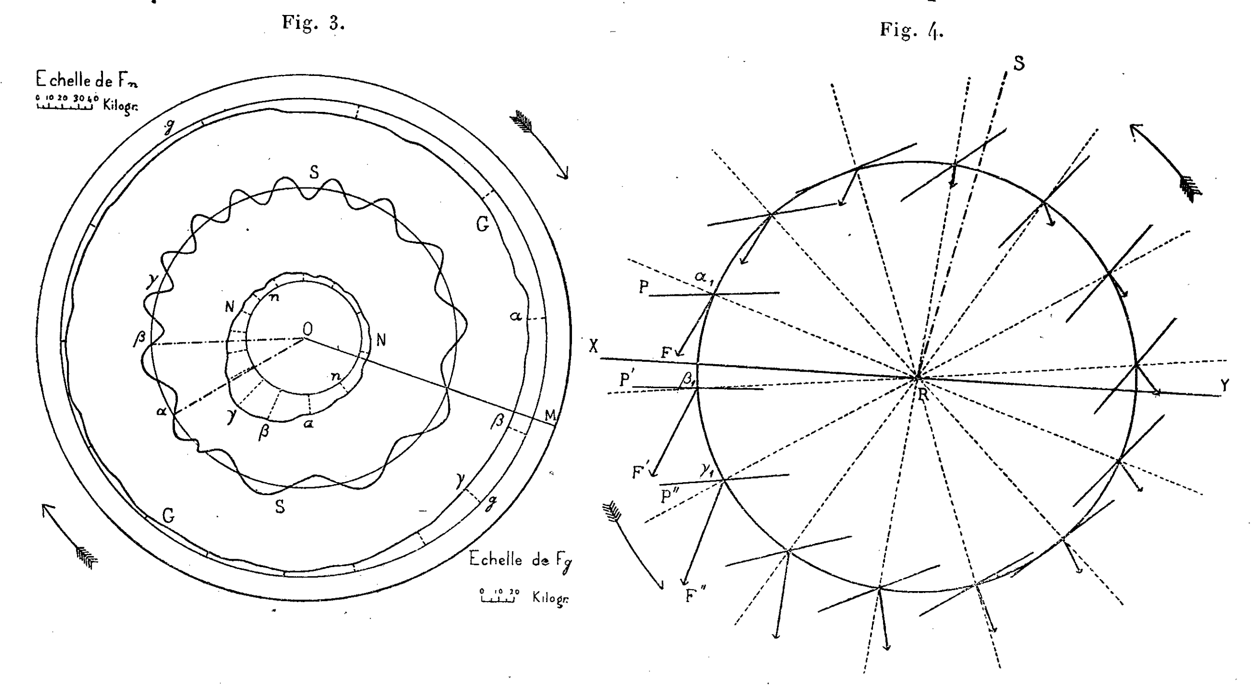
» Cette pédale comprend deux dynamomètres pour la mesure de F_n et F_g; ils sont constitués, l'un par une bascule de Quintenz, l'autre par un chariot à billes, et leurs styles traceurs traduisent les variations de F_n et F_g suivant deux rayons perpendiculaires du disque (*fig.* 3).

» Si, la pédale étant en place, la machine avance sans que le pied exerce aucune action motrice, les styles traceront sur le carton spécial qui

recouvre le disque des cercles concentriques. Si, au contraire, le pied agit, ils décriront des courbes fermées dont l'excentricité, mesurée à l'aide d'une graduation empirique, donnera la mesure de l'effort correspondant. Dans ce qui va suivre, nous supposerons la pédale montée à gauche; en ce cas, on démontre et nous admettrons que la lecture des courbes se fait dans le sens des aiguilles d'une montre. De plus, en vertu de la disposition des styles, la courbe de F_n retarde de 90° sur celle de F_g.

» La vitesse angulaire avec laquelle sont décrites ces courbes varie pendant un coup de pédale en raison des oscillations de celle-ci. Pour pouvoir rapporter chaque point des courbes dynamométriques à la position réelle

Fig. 3. Fig. 4.



de la manivelle dans l'espace, il a fallu pointer sur le disque, par une courbe auxiliaire, les rotations de la manivelle d'un angle constant et connu. Ce pointage se fait à l'aide d'un trembleur pneumatique fixé à la pédale et situé à 26° au-dessous de son plan, trembleur actionné par une came sinueuse calée sur la roue dentée de la bicyclette. Une des dents de la came se distingue des autres par un profil spécial (dent spéciale) et la direction de la manivelle est pointée sur le disque.

» Le carton une fois détaché de la machine offre l'aspect ci-dessus (*fig.* 3). Soient O le centre du disque, OM la ligne de repère de la mani-

velle, N, N la courbe de F_n et n, n son zéro; G, G la courbe de F_g et g, g son zéro; S, S la courbe de pointage, où la dent spéciale est figurée en α. Le sens de la lecture est celui indiqué par les flèches. Il s'agit de construire l'épure du coup de pédale (*fig.* 4).

» D'un point R d'une droite horizontale XY comme centre, traçons le cercle décrit par la pédale. A l'instant où la dent spéciale passe en regard du galet qui actionne le trembleur, la manivelle occupe une direction connue, déterminée une fois pour toutes, et que nous pouvons figurer en $R\alpha_1$. A cet instant, le style traceur du trembleur pointait sur le disque précisément la dent spéciale α, et le plan de la pédale, qui se trouve à 26° au-dessus, faisait avec la ligne OM (*fig.* 3) et par suite avec la manivelle, un angle égal à $MO\alpha + 26°$, angle que nous portons sur la *fig.* 4 en $P\alpha_1 R$. La droite $\alpha_1 P$ représente la position du plan de la pédale à l'instant α. On construit de même la direction de la pédale à l'instant du passage de la dent suivante β, en construisant au point β_1 (*fig.* 4) l'angle $P'\beta_1 R$ égal à $MO\beta + 26°$; de même au point γ_1, et ainsi de suite.

» L'épure géométrique du coup de pédale étant construite, on la complète par l'épure mécanique en pointant sur les courbes N, N et G, G les positions occupées par les styles aux instants α, β, γ, etc. Les excentricités des courbes en chacun de ces points, mesurées à l'aide de la graduation empirique, donnent en kilogrammes les intensités, aux instants α, β, γ, ..., etc., des efforts F_n et F_g, qui ne sont en somme que le résultat de la décomposition de la poussée totale du pied F suivant deux directions rectangulaires, dont l'une se confond avec le plan de la pédale. Ces composantes sont donc toutes les deux connues en grandeur et en direction, ce qui suffit pour qu'on puisse déterminer F par la construction du parallélogramme des forces. C'est le résultat de cette construction qui est représenté *fig.* 4, où les lignes discontinues représentent les positions de la manivelle, les lignes pleines celles de la pédale, et les flèches la force F en direction et en grandeur, à raison de $0^{mm},5$ par kilogramme. Pour avoir la position de l'articulation de la hanche du sujet, il suffit de porter sur RS prolongé une longueur égale à 132^{mm}.

» Le carton qui a servi de base à cette épure a été pris sur la piste en bois du Vélodrome d'Hiver, à la vitesse de $21^{km},052$ à l'heure; l'embrayage des styles se faisait à volonté, à l'insu du sujet et pendant cinq coups de pédale. Les courbes des coups de pédale successifs n'étant pas superposables, nous en avons pris la moyenne. Cette divergence des coups de pédale successifs nous a paru en rapport avec l'état d'entraînement du sujet.

» Une constatation intéressante résulte de l'inspection de la *fig.* 4; c'est que l'action du pied est positive pendant plus d'une demi-révolution des pédales, et que, par conséquent, l'ensemble mécanique constitué par le membre inférieur du cycliste et la manivelle ne possède pas nécessairement de point mort. Ce fait n'avait pas échappé à M. Scott, et il est curieux de constater que les théoriciens qui ont suivi M. Scott l'ont presque tous méconnu. On admet souvent, sans démonstration, que la poussée du pied se fait, soit normalement à la pédale, soit suivant la direction de la jambe, soit suivant la droite qui joint l'articulation de la hanche à la pédale; on peut constater sur la *fig.* 4 qu'aucune de ces hypothèses ne correspond à la réalité, et qu'il est parfaitement possible de pédaler sans point mort, ce que tous les coureurs et tous les cyclistes exercés réalisent sans difficulté, grâce à l'emploi de la rattrape.

» On remarquera, en outre, que pendant la remontée de la pédale, la poussée du pied n'est pas nulle; le pied, peu sensible aux petites pressions, ne fuit pas assez vite devant la pédale, d'où un certain travail négatif.

» Les épures analogues à la *fig.* 4 permettent d'évaluer le travail en construisant, par rapport à deux coordonnées rectangulaires, la courbe des variations de la composante utile de F en fonction des chemins parcourus par la pédale. Les travaux positifs et négatifs sont alors représentés par des aires dont il suffit de faire la somme algébrique.

» Par ce procédé, nous avons obtenu, pour le travail, à des vitesses variées de 18^{km} à 36^{km} à l'heure, des chiffres qui concordent assez bien avec ceux des Tables de M. Bourlet.

Travail par coup de pédale en fonction de la vitesse.

Kilomètres à l'heure.	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Travail calculé d'apr.	$3^{kgm},88$	4,10	4,32	4,57	4,82	5,07	5,40	5,74	6,00
Bourlet..........	$6^{kgm},33$	6,67	7,01	7,38	7,89	8,14	8,59	8,97	9,33
Travail mesuré.....	$2^{kgm},9$	3,50	4,10	4,70	5,20	5,65	6,10	6,50	6,90
	$7^{kgm},25$	7,57	7,85	8,1	8,35	8,57	8,75	8,94	9,13

M. **Marey** fait suivre cette présentation des observations suivantes :

« A la suite d'une discussion à l'Académie de Médecine relative à l'emploi de la bicyclette, j'ai été chargé d'étudier à la Station physiologique le travail mécanique dépensé dans ce mode de locomotion et les meilleures

conditions de l'emploi des forces de l'homme. J'ai construit à cet effet un appareil inscripteur des efforts aux différentes phases du parcours de la manivelle. L'appareil donnait ainsi la mesure du travail pour chaque coup de pédale. M. Bouny s'est chargé de poursuivre les expériences et de modifier suivant les besoins la construction de l'appareil; je l'ai autorisé à extraire du travail d'ensemble, destiné à l'Académie de Médecine, la partie relative au dispositif expérimental, dont on vient de voir la description sommaire.

» Je tiens à dire que M. Bouny a eu dans ces études une part personnelle considérable, qu'il a transformé d'une façon très ingénieuse les appareils mis à sa disposition, et qu'en particulier c'est entièrement à lui qu'est due la manière d'inscrire, à côté des courbes dynamométriques, l'indication des changements d'inclinaison de la pédale; il y est arrivé par une combinaison mécanique très ingénieuse. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « La région de la brèche du Chablais (Haute-Savoie) », par M. *Maurice Lugeon*. (Tome VII du « Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines ».) (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces apsidales*. Note de M. **A. Mannheim**.

« Cette courte Note a surtout pour objet de rectifier une erreur assez répandue.

» Rappelons d'abord, d'après Mac-Cullagh, comment on construit la surface apsidale d'une surface donnée.

» Par un point fixe o, on mène un plan normal à une surface donnée $[m]$ en un point m de cette surface. Dans ce plan, on élève du point o une perpendiculaire à om, et l'on porte sur cette droite le segment om_1 égal à om.

» Lorsqu'on fait varier la position du point m sur $[m]$, le point m_1 se déplace sur une surface $[m_1]$, qui est la surface apsidale de $[m]$.

» On sait que la normale en m_1 à $[m_1]$ est la perpendiculaire abaissée de m_1 sur la normale en m à $[m]$.

» On peut remarquer que le point symétrique de m_1 par rapport à o est un point de $[m_1]$ et que cette surface est aussi l'apsidale, par rapport à o, de la surface symétrique de $[m]$ par rapport à ce point. Ce n'est donc que lorsque le pôle o est le centre d'une surface qu'on n'obtient, par la construction précédente, que l'apsidale de cette surface.

» Supposons que la surface $[m]$ soit simplement un plan (P). Il est facile de voir que son apsidale est un cylindre de révolution (Cy) dont l'axe est la perpendiculaire abaissée de o sur (P).

» Si l'on cherche maintenant la surface apsidale de ce cylindre, par rapport au même pôle o, on trouve (P), le plan symétrique de (P) par rapport à o, et enfin *la sphère de centre o qui est inscrite au cylindre* (Cy).

» Cet exemple montre que si (Cy) est l'apsidale de (P), ce plan, seul, n'est pas l'apsidale de (Cy).

» C'est parce que le point m peut être déduit de m_1 par la construction inverse de celle qui a donné ce point que plusieurs auteurs ont cru pouvoir dire : Si une surface A est l'apsidale de B, réciproquement B est l'apsidale de A. En raisonnant ainsi, ils oubliaient qu'il y a des points auxquels correspondent des circonférences de cercles, et que, inversement, les points de cette courbe ne donnent pas seulement l'unique point d'où ils provenaient :

» *Les points auxquels correspondent des circonférences de cercles sont les pieds des normales abaissées du pôle o sur la surface dont on cherche l'apsidale.*

» Dans le cas d'un cylindre de révolution, les pieds des normales abaissées du pôle o sur cette surface forment un cercle, section droite de ce cylindre, et ce cercle a pour apsidale une sphère et non pas une courbe.

Ainsi, à un pied de normale correspond un cercle et à un pareil cercle correspond une sphère; on voit donc que :

» *Si* A *est l'apsidale de* B, *cette dernière surface n'est pas l'apsidale complète de* A, *par rapport au même pôle.*

» Ou encore :

» *Deux surfaces ne peuvent être apsidales l'une de l'autre.*

» Prenons maintenant le théorème suivant bien connu :

» *Une surface* (S) *et son apsidale* (S_1), *par rapport à un pôle o, ont pour polaires réciproques, par rapport à une sphère de centre o, une surface* (Σ) *et son apsidale* (Σ_1), *par rapport au même pôle.*

» La démonstration géométrique de ce théorème est très simple; mais,

comme on l'établit en partant d'un point arbitraire de (S) auquel correspondent deux points de (S_1), il y a lieu d'examiner ce qui se présente pour le pied a d'une normale abaissée de o sur (S).

» Au point a correspond sur (S_1) un cercle (a_1) dont le rayon est égal à oa. Lorsque l'on prend la polaire réciproque de (S), on trouve (Σ) et sur cette surface le pôle α du plan tangent en a à (S). La distance $o\alpha$ est égale à $\frac{\bar{r}^2}{oa}$, en désignant par $\bar{r}$ le rayon de la sphère par rapport à laquelle on prend les polaires réciproques.

» Ce point α a pour apsidale un cercle dont le rayon est égal à $\frac{\bar{r}^2}{oa}$ ou $\frac{\bar{r}^2}{oa_1}$. Ce cercle n'est autre que la polaire réciproque du cylindre de révolution circonscrit à (S_1) le long du cercle (a_1) et il est bien sur (Σ_1).

» Ainsi, un point tel que a ne modifie pas le théorème dont nous nous occupons. On peut remarquer que cela tient à ce que : *une droite oa normale à une surface* (S) *est aussi normale à la polaire réciproque de cette surface, par rapport à une sphère de centre o* ([1]).

» On peut, comme nous venons de le faire, examiner ces théorèmes connus :

» *Une surface et son apsidale, par rapport à un pôle, ont pour podaires, par rapport à ce point, une surface et son apsidale.*

» *Une surface et son apsidale, par rapport à un pôle, ont pour transformées par inversion, en prenant ce point comme pôle d'inversion, une surface et son apsidale.*

» Ces théorèmes, comme celui relatif aux polaires réciproques, ne sont pas modifiés par les cercles qui proviennent des pieds des normales abaissées du pôle o sur une surface (S), parce que ces droites sont aussi normales à la podaire ou à la transformée par inversion de (S), par rapport à o. »

([1]) Je me suis servi de cette remarque, dans le cas d'une conique, pour transformer le théorème de Joachimstahl, relatif aux normales à cette courbe (*Messenger of Mathematics*, 1890).

GÉOMÉTRIE. — *Sur le théorème énoncé par M.* P.-H. Schoute *dans les « Comptes rendus » du* 18 *mai* 1896 (p. 1113). Note de **M. D.-J. Korteweg.**

« On peut simplifier encore la démonstration du théorème remarquable qui exprime que la formule

$$A = h(b_0 y_0 + \ldots + b_n y_n)$$

de l'aire d'une parabole d'ordre supérieur, obtenue pour $n = 2m$, est encore de rigueur pour $n = 2m + 1$, et la rendre moins abstraite.

» A cet effet, après avoir exécuté la reversion de la parabole d'ordre $2m + 1$, autour de l'ordonnée $y_{\frac{1}{2}h}$, construisons partout la moyenne $y' = \frac{1}{2}(y_x + y_{h-x})$ des ordonnées de la courbe primitive et de la reversée.

» La nouvelle courbe, obtenue ainsi, est de l'ordre $2m$, parce que le terme, contenant x^{2m+1}, disparaît de l'expression $\frac{1}{2}a_0[x^{2m+1} + (h-x)^{2m+1}]$. On peut donc appliquer à cette courbe la formule

$$A' = h[b_0(y'_0 + y'_{2m}) + \ldots + b_m y'_m];$$

mais il est clair que son aire est égale à celle de la courbe primitive et qu'en même temps on peut remplacer $y'_p + y'_{2m-p}$ par $y_p + y_{2m-p}$ parce que $y'_p = y'_{2m-p} = \frac{1}{2}(y_p + y_{2m-p})$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la Note de M.* P.-H. Schoute, *intitulée : « L'aire des paraboles d'ordre supérieur ».* Note de **M. G. Mannoury.**

« La réduction du cas d'une parabole de degré $2m + 1$ à celui d'une parabole de degré $2m$ peut se faire aussi de la manière suivante :

» Considérons l'aire limitée par la courbe

$$(1) \qquad y = a_0 x^{2m+1} + a_1 x^{2m} + \ldots + a_{2m+1},$$

l'axe des abscisses et les ordonnées qui correspondent à $x = +h$ et à $x = -h$;

» Retranchons de (1) l'équation

$$y' = a_0 x\left[x^2 - \left(\frac{1}{m}h\right)^2\right]\left[x^2 - \left(\frac{2}{m}h\right)^2\right]\ldots\left[x^2 - \left(\frac{m}{m}h\right)^2\right];$$

et nous obtenons une parabole $Y = y - y'$ de degré $2m$, qui coupe la

première aux points qui correspondent à $x=0$, $x=\pm\frac{1}{m}h$, ..., $x=\pm\frac{m}{m}h$, tandis qu'elle limite une aire égale, l'intégrale $\int_{x=-h}^{x=+h} y'\,dx$ s'annulant. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode des moindres carrés.* Note de M. **Jules Andrade.**

« I. On suppose, dans les applications habituelles de la méthode des moindres carrés, que *chaque équation renferme un seul argument mesuré par une observation directe;* grâce à cette hypothèse, le choix même des valeurs adoptées pour les paramètres, qui sont les inconnues principales du problème, définit l'erreur commise dans chaque observation; cette hypothèse, toutefois, n'est pas conforme à la nature des choses.

» Les problèmes réels conduisent à des équations dont chacune contient au moins deux arguments; ces arguments, bien que liés par la loi même dont la vérification est soumise au calcul, *n'en sont pas moins mesurés par des instruments indépendants.*

» Cette circonstance donne à la question une tout autre allure que celle qui lui est généralement attribuée.

» II. Supposons, par exemple, que les équations qui doivent déterminer les n paramètres a, b, c soient de la forme suivante, très fréquente d'ailleurs,

$$(1)\qquad F(a,b,c;t_i)=N_i\qquad(i=1,2,\ldots,p)\quad(p>n);$$

chaque équation résulte ainsi de deux mesures *simultanées* t_i et N_i. Je supposerai, pour fixer les idées, que toutes les mesures t_i ont même précision et qu'il en est de même de toutes les mesures N_i.

» J'envisagerai d'abord les deux *cas extrêmes* suivants :

» 1° La mesure des t est beaucoup plus précise que la mesure des N;

» 2° La mesure des N est bien plus précise que la mesure des t.

» Dans le premier cas, nous serons conduit, en raisonnant à la manière ordinaire, à déterminer les meilleures valeurs de a, b, c par cette condition que la somme

$$(2)\qquad \sum[F(a,b,c;t_i)-N_i]^2$$

soit un minimum.

» Dans le second cas on concevra les équations (1) mises sous la forme

$$\Phi(a, b, c; N_i) = t_i,$$

et l'on sera conduit à rendre minima la somme

$$\sum_i [\Phi(a, b, c; t_i) - N_i]^2$$

ou encore, ce qui revient au même si les erreurs d'observation sont fort petites, on aura à rendre minima la somme

$$(3)\qquad \sum_i \frac{[F(a, b, c; t_i) - N_i]^2}{\left(\frac{\partial F}{\partial t_i}\right)^2}.$$

» III. Comment opérer dans les cas intermédiaires? Comment modifier les prescriptions de la méthode des moindres carrés?

» Voici une voie de généralisation.

» Soient θ_i l'erreur de l'observation t_i, et ν_i l'erreur de l'observation N_i; les inconnues *complètes* du problème sont les $2p + n$ quantités θ_i, ν_i, a, b, c.

» Je me place de plus dans le cas *où l'on connaît d'avance* la précision p des mesures t_i et la précision q des mesures N_i.

» En nous rappelant que les mesures simultanées t_i et N_i ont cependant été fournies *par deux instruments indépendants*, et en adoptant la loi de Gauss, nous serons conduit à déterminer les quantités a, b, c, θ_i, ν_i assujetties aux relations

$$(4)\qquad F(a, b, c; t_i + \theta_i) = N_i + \nu_i$$

par la condition que la somme

$$(5)\qquad p\sum_i \theta_i^2 + q\sum_i \nu_i^2$$

soit minima.

» On est ainsi conduit aux calculs suivants dans lesquels a_0, b_0, c_0 désignent des valeurs approchées de a, b, c, où l'on fait

$$\left.\begin{aligned} a &= a_0 + \alpha \\ b &= b_0 + \beta \\ c &= c_0 + \gamma \end{aligned}\right\} \quad F_0(t_i) = F(a_0, b_0, c_0; t_i),$$

et où l'on écrit les équations (1) sous la forme

$$\frac{\partial F_0}{\partial t_i}\theta_i - \nu_i = \varepsilon_i^0 + a_i\alpha + b_i\beta + c_i\gamma \equiv \eta_i.$$

» Les inconnues α, β, γ seront données par les équations linéaires

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} &\sum_i \frac{a_i\eta_i}{\dfrac{\left(\dfrac{\partial F_0}{\partial t_i}\right)^2}{p}+\dfrac{1}{q}} = 0,\\ &\sum_i \frac{b_i\eta_i}{\dfrac{\left(\dfrac{\partial F_0}{\partial t_i}\right)^2}{p}+\dfrac{1}{q}} = 0,\\ &\sum_i \frac{c_i\eta_i}{\dfrac{\left(\dfrac{\partial F_0}{\partial t_i}\right)^2}{p}+\dfrac{1}{q}} = 0,\end{aligned}\right.$$

après quoi les θ_i, ν_i seront déterminés par les formules

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} \theta_i &= \frac{\eta_i\dfrac{\partial F_0}{\partial t_i}}{\left(\dfrac{\partial F_0}{\partial t_i}\right)^2+\dfrac{p}{q}},\\ \nu_i &= -\frac{\eta_i}{\dfrac{q}{p}\left(\dfrac{\partial F_0}{\partial t_i}\right)^2+1}.\end{aligned}\right.$$

» IV. Un cas particulièrement intéressant est celui où la dérivée $\frac{\partial F_0}{\partial t_i}$ est, quel que soit i, à peu près constante.

» En ce cas, pourvu que p ne soit pas trop petit, les équations (6) diffèrent peu des suivantes :

$$\sum_i a_i\eta_i = 0,$$

$$\sum_i b_i\eta_i = 0,$$

$$\sum_i c_i\eta_i = 0.$$

» Or celles-ci sont indépendantes du rapport $\frac{p}{q}$. Donc, dans le cas que nous considérons :

» *La détermination des valeurs des inconnues principales a, b, c est sensi-*

blement indépendante de la connaissance préalable des précisions comparées des mesures t_i et des mesures N_i; celles-ci n'interviennent que pour la distribution du résidu entre les deux mesures.

» V. La remarque précédente peut s'appliquer aux mesures géodésiques : la variable t est alors la colatitude de l'extrémité variable d'un arc de méridien dont la longueur est représentée par la variable N. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résonance multiple des ondulations électriques.* Note de M. **Nils Strindberg**, présentée par M. Poincaré.

« On sait en quoi consiste le phénomène de la résonance multiple découverte par MM. Sarasin et de la Rive. En explorant avec un résonateur hertzien un système d'ondes électromagnétiques stationnaires, on trouve un internœud indépendant de la forme et des dimensions de l'excitateur qui a produit les ondes, et dépendant seulement de la forme et des dimensions du résonateur à l'aide duquel on les observe.

» Dans l'interprétation théorique de ce phénomène qu'ont donnée MM. Poincaré et V. Bjerknes, la loi de Sarasin et de la Rive n'est qu'un cas limite se rapportant à une loi plus générale. D'après cette manière de voir, ce qu'on observe est toujours le résultat de la superposition de deux systèmes d'ondes, dont l'un dépend de la période de l'excitateur, l'autre de celle du résonateur; de ces deux systèmes, le prédominant sera celui qui a le plus petit amortissement. On prévoit donc l'existence de deux cas limites simples et d'un cas intermédiaire plus compliqué :

1° L'amortissement du résonateur est petit par rapport à celui de l'excitateur, on observera un internœud dépendant exclusivement de la période propre du résonateur : c'est le premier cas limite où est valable la loi de Sarasin et de la Rive.

» 2° Les amortissements des deux instruments sont du même ordre de grandeur : on trouvera un internœud moins régulier et dans lequel on constate une dépendance de la forme et des dimensions de l'excitateur, ainsi que du résonateur.

» 3° L'amortissement de l'excitateur est petit, relativement à celui du résonateur : on observera un internœud correspondant à la période propre de l'excitateur. C'est le second cas limite où se manifeste une loi diamétralement opposée à la loi de Sarasin et de la Rive.

» Ces conséquences de la théorie peuvent être soumises à l'épreuve

expérimentale. Je l'ai fait une fois déjà en mesurant l'internœud, comme l'ont fait MM. Sarasin et de la Rive, à l'aide de l'étincelle secondaire, et j'ai réussi à constater ainsi l'existence des trois cas que nous venons d'énumérer ([1]). J'ai obtenu maintenant des résultats plus complets en substituant à l'observation des étincelles l'observation de la chaleur de Joule dégagée dans les résonateurs. De cette manière, j'ai déterminé non seulement l'internœud, mais aussi la forme complète des courbes d'interférence.

» L'instrument dont je me suis servi est l'électro-dynamomètre hertzien un peu modifié : deux fils d'argentan, de $0^{mm},02$ de diamètre et de 10^{cm} de longueur, tendus parallèlement à 2^{mm} de distance, se détendent par l'échauffement, quand ils sont traversés par les courants alternatifs du résonateur, et produisent une déviation d'une légère aiguille qui est attachée transversalement aux fils. Ces déviations s'observent à l'aide d'un microscope. Un résonateur où l'on a inséré cet instrument peut être transporté le long des fils conduisant les ondes presque aussi facilement qu'un résonateur à micromètre d'étincelles. Au reste, la disposition expérimentale était la même que celle que j'ai décrite dans le Mémoire cité, sauf que les fils conducteurs avaient 30^{m} de longueur et que le plan du résonateur était parallèle au plan contenant les fils.

» J'ai obtenu les neuf courbes représentant les résultats de trois séries d'expériences. Dans chaque série, j'ai employé un résonateur invariable; l'excitateur fut arrangé de façon à émettre successivement des ondes aux trois longueurs différentes; ces longueurs et les décréments logarithmiques correspondants je les ai chaque fois déterminés séparément par une méthode directe, où je n'ai pas employé de résonateur.

» Dans le cas n° 1, le résonateur à fil de cuivre a été faiblement amorti tandis que l'excitateur a eu le décrément considérable de 1,1, les fils qui recueillent les ondes passant à 1^{cm} de distance seulement du fil conducteur de l'excitateur ([2]). Dans les expériences, l'excitateur a eu les longueurs d'ondes de $5^{m},6$, $6^{m},8$, $9^{m},4$ respectivement. Avec le résonateur, on observe une courbe d'interférence d'un internœud constant de $5^{m},5$. Dans ce cas, la loi de Sarasin et de la Rive se trouve réalisée rigoureusement.

([1]) Strindberg, *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. XXXII, p. 129; 1894.

([2]) V. Bjerknes, *Archives de Genève*, t. XXVI, p. 297; 1891; *Bihang till. k. swinska vetenskapsakademiens handlingar*, t. XX, Afd. I, n° 5, § 72.

» Dans le cas n° 2, on a augmenté l'amortissement du résonateur en substituant au fil de cuivre un fil de fer de $0^{mm},1$ de diamètre. Quand l'excitateur émet des ondes de $5^m,9$, $6^m,9$ et $10^m,0$ de longueur respectivement, la courbe d'interférence obtenue avec le résonateur montre l'internœud $6^m,4$, $7^m,2$, $8^m,2$. Il est évident que la loi de Sarasin et de la Rive, en vertu de laquelle on s'attendrait à trouver un instrument invariable, ne s'applique plus au cas présent; d'autre part, l'internœud diffère aussi considérablement de celui de l'excitateur. On a donc réalisé le cas compliqué où l'influence des deux instruments se fait sentir également.

» Dans le cas n° 3, j'ai diminué le décrément de l'excitateur de 1,1 à 0,5 en choisissant une distance de 5^{cm} séparant le fil de l'excitateur de celui qui sert à transmettre les ondes (¹). Quand l'excitateur émet des ondes de $5^m,5$, $7^m,5$, $12^m,0$ de longueur, la courbe d'interférence obtenue avec le résonateur montre l'internœud $5^m,3$, $7^m,6$, $11^m,9$ presque identique à celui de l'excitateur. On a donc très approximativement réalisé le second cas limite qu'exige la théorie, mais qui n'est conforme à la loi des deux savants de Genève que si, dans l'énoncé de cette loi, on transfère à l'excitateur le rôle du résonateur.

» Au point de vue qualitatif, la théorie de MM. Poincaré et Bjerknes se trouve ainsi complètement vérifiée. J'espère approfondir plus tard la question en développant l'équation des courbes d'interférence, ce qui permettra de discuter les expériences au point de vue quantitatif. »

PHYSIQUE. — *Aimantation non isotrope de la magnétite cristallisée.* Note de M. **Pierre Weiss.**

« La magnétite Fe^3O^4 est le seul corps fortement magnétique que l'on connaisse sous forme de cristaux un peu considérables. Je me suis proposé de rechercher si sa structure cristalline aurait quelque influence sur les lois de son aimantation.

» La magnétite est cristallisée dans le système cubique. Les expériences ont été faites sur des prismes taillés dans les directions des axes ternaire, binaire et quaternaire et sur des disques de différentes orientations. Par suite de la petitesse des échantillons naturels, j'ai rencontré d'assez grandes

(¹) V. Bjerknes, *loc. cit.*

difficultés d'exécution et j'ai été obligé de recourir à des méthodes nouvelles pour lesquelles je renvoie à un Mémoire détaillé qui paraîtra incessamment (1).

» En se laissant guider par l'identité de propriétés optiques des corps isotropes et des corps cubiques, on doit s'attendre à trouver les mêmes propriétés mathématiques dans toutes les directions. L'expérience est venue contredire cette hypothèse. En effet, la *fig.* 1 représente en T, B, Q les courbes d'aimantation des prismes parallèles aux axes ternaire, binaire et quaternaire.

» L'aimantation parallèle à l'axe ternaire est maxima dans la région la plus étendue de la courbe, mais à peine supérieure à l'aimantation suivant l'axe binaire. Pour ces deux directions, l'aimantation s'approche de la saturation suivant la loi hyperbolique habituelle. Les courbes ont une asymptote horizontale correspondant à une aimantation maxima de 435 C.G.S.

» Il n'en est plus de même dans la direction de l'axe quaternaire, pour lequel l'aimantation est nettement inférieure à sa valeur, suivant les deux autres axes. La courbe Q semble avoir une asymptote oblique dans les champs les plus élevés qui ont été atteints dans les expériences.

» La *fig.* 1 contient encore les courbes $T'B'Q'$ représentant l'aimantation résiduelle suivant les mêmes directions; elles montrent que, contrairement à ce qui se passe pour l'aimantation totale, l'aimantation résiduelle est maxima pour l'axe quaternaire.

» Enfin les courbes T_1, B_1, Q_1 représentent le rapport $\frac{H}{I}$ du champ à l'intensité d'aimantation en fonction du champ H.

» Les renseignements fournis par les prismes ont été complétés par l'étude de disques de magnétite. J'ai obtenu ainsi l'aimantation dans des directions autres que celles des axes de symétrie, et j'ai pu faire porter les mesures dans différentes directions sur *la même matière*.

» Je choisis comme exemple l'aimantation d'un disque taillé dans la même magnétite que les prismes de la *fig.* 1, suivant le plan diagonal du cube, et qui contient par conséquent les trois sortes d'axes de symétrie du système cubique.

» L'expérience a montré que l'aimantation n'avait pas la direction du champ, mais que, comme on devait s'y attendre, elle tendait à se rapprocher des axes d'aimantation maxima.

---

(1) L'*Éclairage électrique*, juin et juillet 1896. Ce Mémoire, auquel sont empruntées les deux figures ci-jointes, contiendra les résultats relatifs à des cristaux de différentes provenances et le tracé de cycles d'hystérésis.

» On a donné successivement à un champ constant, égal à 353 C.G.S., toutes les

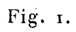
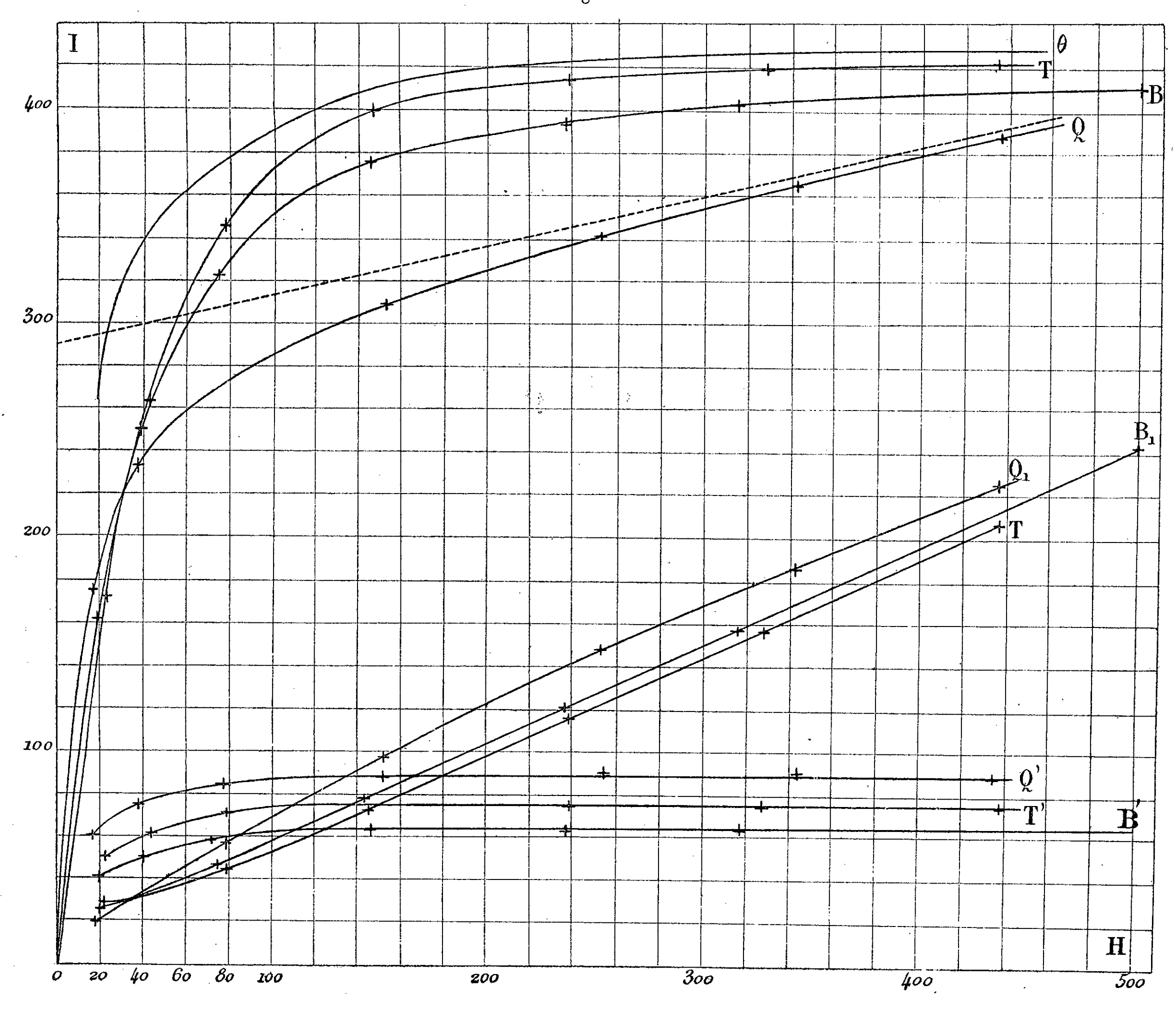


Fig. 1.



Courbes d'aimantation de la magnétite de Brozzo.

Aimantation totale.			Aimantation résiduelle.		
Courbe T	direction de l'axe	ternaire.	Courbe T'	direction de l'axe	ternaire.
» B	»	binaire.	» B'	»	binaire.
» Q	»	quaternaire.	» Q'	»	quaternaire.

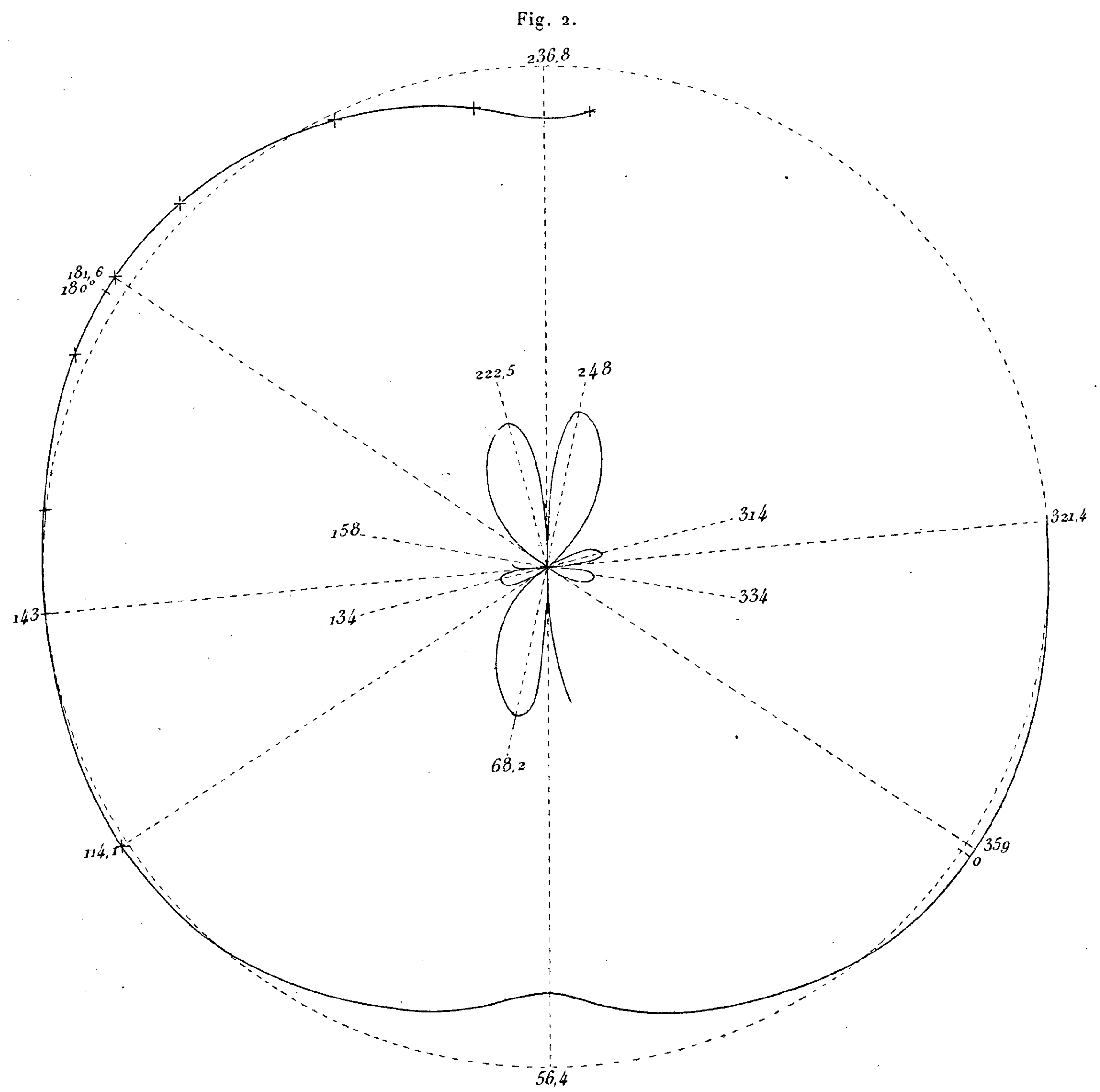
$\frac{H}{I}$ en fonction de H.

Courbe T_1 direction de l'axe ternaire.
» B_1 » binaire.
» Q_1 » quaternaire.

directions des rayons issus du centre de la *fig.* 2. En portant sur ces rayons la

composante de l'aimantation parallèle au champ, on a obtenu la courbe extérieure, et, en portant la composante normale au champ, la courbe intérieure. La première

Fig. 2.



Magnétite de Brozzo. Premier disque parallèle à la face du dodécaèdre. Aimantation parallèle et perpendiculaire au champ. Les lignes pointillées indiquent les maxima et minima.

confirme les mesures sur les prismes, la deuxième apprend que l'aimantation a la direction du champ pour les axes de symétrie et qu'entre ces axes l'obliquité de l'aimantation sur le champ peut atteindre 20° environ.

» Il résulte donc des expériences que l'aimantation de la magnétite cristallisée, tout en étant variable avec la direction, satisfait pleinement à la symétrie cubique. »

PHYSIQUE. — *Sur la surfusion de l'eau*. Note de M. **Jacques Passy**. (Extrait.)

« On peut opérer une réaction au sein de la liqueur surfondue sans en troubler l'équilibre. En versant, par exemple, quelques gouttes d'une solution surfondue de carbonate d'ammoniaque dans une solution également surfondue d'azotate d'argent, on détermine un abondant précipité; on vérifie ensuite, soit par introduction d'un fragment de glace, soit par agitation, que la liqueur était mise en surfusion.

» En résumé, le phénomène ne présente rien de capricieux, et lorsqu'on se place dans des conditions bien déterminées, on l'obtient à volonté, presque sans échec. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation diurne de la pluie*. Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« Il n'a pas encore été publié en France, du moins à ma connaissance, d'études sur la variation diurne de la pluie [1]. Dans la plupart des stations, on se borne à une, deux ou trois observations par jour, ce qui est tout à fait insuffisant; dans celles où les observations sont plus fréquentes ou qui sont munies d'enregistreurs, il ne semble pas qu'on ait songé à rechercher les lois de la variation diurne.

» Cette variation est cependant très marquée à Paris; elle ressort nettement des six premières années d'observations (1890-1895), faites au Bureau central météorologique. Si l'on divise la journée en huit périodes de trois heures, et que l'on évalue séparément les quantités d'eau tombées dans

---

[1] J'ai déjà discuté d'une manière analogue les observations faites par M. Carlier, à Saint-Martin-de-Hinx (Landes) (*Annales du Bureau central météorologique pour* 1886, t. I).

chacun de ces intervalles, on obtient les résultats suivants pour l'été (juin, juillet, août), et pour l'hiver (décembre, janvier, février) :

	De 0^h à 3^h.	De 3^h à 6^h.	De 6^h à 9^h.	De 9^h à midi.	De midi à 15^h.	De 15^h à 18^h.	De 18^h à 21^h.	De 21^h à 24^h.
Été ...	114	86	90	87	143	223	161	95
Hiver .	106	142	172	123	120	104	111	122

» Ces nombres représentent, en millièmes, la fraction de la pluie totale qui correspond à chaque période; si la pluie était répartie uniformément dans toute la journée, chaque période devrait donc donner le nombre 125.

» En été, la pluie est constamment au-dessous de la moyenne 125 pendant cinq périodes ou quinze heures consécutives, de 21^h à midi; elle est au-dessus de la moyenne pendant les trois autres périodes, de midi à 21^h; ce maximum coïncide avec celui de la fréquence des orages.

» En hiver, au contraire, la pluie ne dépasse la moyenne 125 que pendant deux périodes trihoraires consécutives, de 3^h à 9^h du matin, c'est-à-dire au moment où la température est la plus basse, et l'humidité relative la plus grande.

» La variation caractéristique de l'été se retrouve encore en mai et septembre; les quatre mois de mars, avril, octobre et novembre ne paraissent pas présenter de variation diurne appréciable. Par suite de l'opposition presque complète des régimes de l'été et de l'hiver, la moyenne annuelle perd toute netteté et toute signification.

» La considération de la fréquence de la pluie, indépendamment de la quantité d'eau tombée, conduit à des résultats analogues, mais non absolument identiques, ce qui montre que l'intensité moyenne des averses présente aussi une variation diurne.

» En été, la probabilité qu'on observe de la pluie dans une heure quelconque est en moyenne (période 1890-1895) de 75 pour 1000; elle s'élève à 104 entre 3^h et 6^h du soir et est à peu près constante et égale à 71 pour 1000 dans tout le reste de la journée. Le maximum de l'intensité et celui de la fréquence de la pluie se présentent à la même époque; mais le premier est beaucoup plus accentué et s'étend sur une durée plus longue que le second.

» En hiver, la probabilité de pluie pour une heure quelconque est en moyenne de 93 pour 1000; elle s'élève à 111 entre 3^h et 6^h du matin et à 120 entre 6^h et 9^h; dans tout le reste de la journée, elle est à peu près

constante et égale à 86 ; les époques du maximum de la fréquence et de l'intensité de la pluie concordent encore et même plus complètement qu'en été.

» Bien qu'à Paris il tombe une plus grande quantité de pluie en été qu'en hiver, la fréquence de la pluie est notablement moindre dans la première saison ; l'intensité moyenne des chutes de pluie y est donc beaucoup plus grande.

» Il serait très utile que des discussions analogues fussent faites dans toutes les stations de notre pays où il existe des documents suffisants. On en pourrait certainement déduire des résultats généraux d'un grand intérêt. »

SPECTROSCOPIE. — *Spectres de dissociation des sels fondus. Métaux alcalins : sodium, potassium, lithium.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Pour étudier les spectres de lignes des métalloïdes dans les sels fondus au moyen de l'étincelle fortement condensée (1), on a avantage à faire usage des sels des métaux alcalins à cause de la simplicité des spectres de ceux-ci. Il n'y a alors qu'à retrancher du spectre entier un petit nombre de raies connues, pour avoir celles du métalloïde en question. Dans cette dissociation de leurs sels en fusion les spectres des métaux alcalins diffèrent de ceux décrits jusqu'ici et donnés par l'étincelle avec le métal libre ou le sel fondu mais sans condensateur. Beaucoup de lignes s'élargissent en devenant diffuses, plusieurs s'estompent même jusqu'à disparaître, et l'on peut dire, d'une manière générale, que les spectres du potassium et du sodium sont, dans ce procédé, pratiquement plus simples pour l'observation qu'ils ne figurent dans les Mémoires antérieurs (2).

» J'ai établi les raies particulières à chaque métal dans les conditions de l'expérience, de deux manières : 1° en soustrayant du spectre total les lignes du métalloïde combiné ; 2° en observant les lignes données par les

(1) *Comptes rendus*, 8 juillet 1895 et 8 juin 1896.

(2) Cf. surtout Eder et Valenta, *Mémoires de l'Acad. des Sciences de Vienne*, juin 1894. On y trouvera les mesures précises des longueurs d'onde visibles et ultra-violettes de Na et K purs et réduits en vapeur dans une atmosphère d'hydrogène sec. Les auteurs citent un certain nombre de raies faibles dont il n'y a pas à tenir compte dans l'examen optique seul, et surtout en présence des spectres des métalloïdes.

carbonates où, jusqu'ici, je n'ai pu faire apparaître d'autres raies que celles du métal, aucune raie attribuable au carbone n'ayant été aperçue.

» La dissociation du sel est plus ou moins facile à obtenir suivant la classe de celui-ci : facile avec les chlorures, bromures, iodures, sulfates, phosphates, cyanures, etc., elle est plus difficile avec les carbonates et les fluorures où elle nécessite la fusion du sel à la lampe d'émailleur et une augmentation de la surface du condensateur portée à 60^{dmq} environ.

Sodium [1].

δ	616,0	forte, vive.		567,5	diffuses et souvent confondues.
	615,4	forte, vive.		566,9	
α [2]	589,5	intense.	ε	515,5	bien visible.
	588,9	intense.		515,2	bien visible, diffuse.
β	568,7	forte, vive.	γ	498,3	497,9 environ — large bande.
	568,2	forte, vive.		497,8	diffuse.

» Pratiquement, et surtout en présence des métalloïdes, le spectre du sodium se réduit aux trois doublets vifs et caractéristiques, Naδ, Naα (D de Frauenhofer), Naβ, chacun d'eux confondu en une seule raie dans les appareils monoprismatiques. Les trois doublets suivants sont plutôt faibles et souvent estompés, élargis jusqu'à former chacun une bande diffuse: c'est toujours le cas de Naγ. Enfin quelques doublets plus réfrangibles et confondus sont visibles avec un peu d'attention, en 475,2, 467,0, 454,8.

Potassium.

δ	769,8	difficile à voir.	β	536,0	bien visible, diffuse.
	766,5	difficile à voir.		534,4	bien visible, diffuse.
γ	693,9	assez forte.		534,0	bien visible, diffuse.
	691,1	très bien marquée.		532,3	assez bien visible.
	630,80	bien marquée.	η	511,3	presque confondues.
	624,55	bien visible.		509,9	diffuses, assez bien visible.
	611,75	très bien marquée.	ζ	482,8	assez forte.
α	583,2	forte.		438,9	assez bien visible.
	581,1	assez bien visible.		430,9	assez bien visible.
	580,1	forte.		426,4	assez forte.
	578,3	très bien marquée.		422,3	assez bien visible.
				418,5	assez forte, large.
			ε	404,5	forte, large, diffuse.

(1) J'ai gardé pour Na et K les notations alphabétiques de raies de la Pl. V du bel Atlas des *Spectres lumineux,* de M. Lecoq de Boisbaudran.

(2) On sait que les mesures récentes de Rowland ont donné pour valeurs exactes 589,62 et 590,02.

» Les raies rouges classiques Kδ situées à l'extrémité du spectre, toujours assez diffuses, ne sont visibles qu'avec des appareils peu absorbants. Le doublet Kγ, au contraire, est très vif et caractéristique; la seconde raie, plus étroite, est un peu moins forte que sa voisine. Il y a encore dans le rouge trois raies bien nettes, 630,80, 624,55, 611,75, qui entrevues et données comme douteuses par Huggins ([1]) opérant avec un condensateur de 32^{dmq} n'avaient plus été revues par les observateurs suivants qui les avaient attribuées à des impuretés. La plus forte et la plus réfrangible 611,75 a été vue cependant assez faible, en 611,6, par M. Lecoq de Boisbaudran dans l'étincelle de la bobine seule éclatant sur du sulfate de potasse très pur. MM. Eder et Valenta considèrent comme étrangères au potassium ces trois raies, sans leur attribuer d'origine. Je les ai toujours rencontrées accompagnant le doublet Kγ dans les sels de potassium avec une condensation et une température suffisantes. Elles ont toujours, je le répète, fini par être obtenues bien nettes, et, en l'absence de raies de corps étrangers, elles me paraissent caractéristiques du spectre de dissociation du potassium dans ses sels.

» Le groupe le plus vif est Kα dans le vert, il donne la réaction la plus sensible du potassium dans l'étincelle. Kβ est plus faible, diffus, les deux raies médianes se confondent avec un seul prisme. Kη est plus diffus et plus faible que dans les conditions ordinaires, et paraît facilement en une seule bande (510,5). Dans le bleu et le violet on remarquera seulement l'accroissement d'intensité notable de Kζ ainsi que de 426,4 et 418,5. Enfin Kε, la dernière visible est une forte bande diffuse et très lumineuse.

Lithium.

670,6	Forte, vive.	460,3	Forte, large, diffuse.
610,3	Très forte.	427,3	Bien visible.
497,2	Forte.	413,2	Bien visible, très diffuse.

» Ces six raies faciles à voir et bien caractéristiques rendent l'usage des sels de lithium commode pour l'étude des spectres des métalloïdes. Les quatre premières raies ont toujours été signalées avec l'étincelle éclatant soit sur le métal, soit sur sa solution. 427,3 n'a été observée jusqu'ici que dans l'arc électrique. L'existence de 413,2 avait été révélée à M. Lecoq de Boisbaudran par des considérations théoriques, il la vit ensuite faible et étroite avec une solution concentrée et plus nette avec Li^2CO^3 fondu. Dans l'étincelle condensée elle est, au contraire, très large et nébuleuse ([2]). »

([1]) *Philosophical Transactions*, 1864.

([2]) Une partie de ce travail a été faite au laboratoire de Chimie organique de M. Friedel, à la Sorbonne.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la reproduction des couleurs en chromotypographie et sur un système simple de notation des couleurs* ([1]). Note de M. **Steinheil**, présentée par M. Poincaré.

« La reproduction graphique des couleurs prend actuellement un grand développement. On tend de plus en plus à illustrer les Ouvrages de gravures polychromes et une industrie nouvelle, celle des affiches d'art, s'est créée. Mais la réalisation d'un ton déterminé au moyen d'un nombre limité de tirages exige souvent de longs tâtonnements. Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été conçu principalement dans le but pratique de supprimer ces tâtonnements, en permettant au chromiste de réduire, du premier coup, au minimum le nombre des tirages. Il constitue un *dictionnaire* méthodique de tous les tons réalisables par la superposition de trois tirages (jaune, rouge, bleu), et de toutes les modifications que peut produire l'addition sur les précédents d'un tirage noir et d'un vernis.

» Les trois couleurs fondamentales ont été choisies rigoureusement semblables à celles que Chevreul a désignées comme simples, telles qu'elles figurent à leur place respective sur la reproduction du spectre solaire. Chacune de ces couleurs a été déposée successivement sur la surface blanche du papier au moyen d'un cliché en similigravure ([2]). Ce cliché est constitué par un réseau de points équidistants (3025 au centimètre carré). Il présente la forme d'un disque divisé en dix secteurs égaux (p. 19). Dans un secteur les points se touchent sans solution de continuité. La couleur est déposée à son maximum d'intensité. Dans les autres secteurs, la surface des points a été graduellement diminuée; une certaine proportion de la surface blanche du papier les sépare et vient *laver* par addition leur couleur propre. Enfin, si la surface de ces points a été réduite à l'infini, le papier demeure complètement blanc. Entre le blanc absolu et la couleur à son maximum d'intensité, 10 tons s'échelonnant en une progression arith-

---

([1]) La reproduction des couleurs par la superposition des trois couleurs simples, du noir et du vernis.

([2]) Cliché en cuivre ou en zinc tel que les teintes plus ou moins foncées se trouvent représentés par un réseau de points équidistants, plus ou moins gros et présentant le relief nécessaire à l'impression typographique.

métique de 10 termes notés de 0 à 10 par ordre d'intensité. Ce cliché tiré en jaune, en rouge, puis en bleu a donné 30 tons simples. Chaque ton d'une couleur étant superposé à chaque ton des autres couleurs, 300 tons binaires ont été obtenus et 1000 tons ternaires ([1]). Les 30 tons simples donnent naissance à 1300 tons composés qui se trouvent reproduits par synthèse dans les 133 premières planches ([2]). A l'œil nu ces tons composés paraissent homogènes; presque toutes les nuances usuelles y figurent depuis les gris les plus légers jusqu'aux bruns les plus sombres.

» La nature de ces tons est complexe. Si les points colorés de deux teintes coïncident, la teinte produite sera celle qui résulte de la superposition *objective* des deux pigments avec leur intensité respective 10 et 10. Les points du deuxième tirage tombent-ils entre les premiers sans recouvrement ni solution de continuité, l'effet obtenu sera celui que produirait la rotation d'un disque coloré par moitié de chacune de ces teintes, c'est-à-dire la couleur de superposition *subjective* des deux teintes sur la rétine. La première est la *couleur de soustraction,* chacun des pigments absorbant une partie des radiations que l'autre diffuserait s'il était seul, et les seules radiations diffusées étant celles qui sont communes aux deux pigments dans le spectre des rayons qu'ils renvoient. La seconde est la *couleur d'addition* proprement dite. On sait depuis longtemps que ces deux couleurs sont souvent très différentes. En réalité la plupart des tons composés sont fonctions à la fois de l'une et de l'autre. Ils résultent de l'addition des radiations émises : 1° par les surfaces de soustraction où les points colorés coïncident; 2° par les surfaces des portions de points colorés non recouvertes; 3° par la surface du papier resté blanc. Les dimensions de ces surfaces sont calculables et mises en évidence par le microscope.

» Les chiffres représentant l'intensité respective de chaque ton simple en dixièmes de l'intensité maximum ont été imprimés en regard de chaque ton composé et se suivent dans l'ordre même du tirage (jaune, rouge, bleu). Il résulte de là un système de notation simple et précis des couleurs, utile surtout au chimiste qui voit ainsi quels tons il lui faut préparer pour arriver au résultat voulu. Mais ce système de notation *à base décimale* peut être avantageusement employé dans les arts en général pour la désignation rapide et exacte des couleurs ([3]).

([1]) En superposant, à chacun des tons de rouge sur jaune, chacun des tons bleus.

([2]) En regard de chaque ton composé, au centre du disque, une portion de chaque ton simple composant est demeurée pure comme *témoin*.

([3]) Les noms employés dans le commerce sont arbitraires. Aucune entente n'existe

» A droite de la formule de chaque ton se trouve imprimée la formule de son ton complémentaire (en chiffres plus petits). La Table des formules (p. 40) permet de trouver instantanément la planche contenant ce ton complémentaire.

» La Pl. 150 est destinée à montrer quelques exemples de phénomènes produits par la superposition de deux ou plusieurs tirages, phénomènes dont l'interprétation raisonnée peut donner au physicien des renseignements précieux. En effet, si l'on superpose, sans précautions spéciales, 2 tons de similigravure, on voit apparaître, au lieu d'une teinte homogène, un réseau plus ou moins serré de carrés teintés des deux couleurs simples se fondant graduellement l'une dans l'autre. C'est qu'en effet, en certains lieux, régulièrement distribués, les points colorés se superposent en donnant la teinte de soustraction, tandis qu'au milieu des espaces intermédiaires ils sont séparés et donnent la teinte d'addition. On peut ainsi étudier simultanément ces deux teintes. La dimension des carrés, infinie si les deux tirages sont parfaitement parallèles, se réduit à mesure que leur angle augmente, jusqu'à un minimum qui a lieu pour l'angle de 36°30′. C'est l'angle le plus avantageux, avec une tolérance de quelques degrés, quand on veut obtenir des teintes homogènes.

» Enfin si, ayant obtenu la teinte homogène, on lui superpose un quatrième tirage (en noir, par exemple), sous un angle quelconque, on voit reparaître les colorations élémentaires isolées les unes des autres sous forme d'un dessin à symétrie ornée (fig. 6 à 12 de la Pl. 150). Ici encore, les points noirs sont venus couvrir régulièrement certains points colorés et les faire disparaître, tandis que d'autres, renfermant des proportions variables des teintes initiales, se montrent sertis de points noirs. Le cliché noir a diminué localement chacune des teintes composantes, dans des proportions différentes, et a fait par suite reparaître les dessins diversement colorés. Il y a, pour ainsi dire, *interférence* périodique des divers réseaux colorés entre eux. Ce phénomène n'a pas été signalé encore, à ma connaissance, et paraît susceptible d'applications pratiques. »

à leur sujet. A un même nom correspondent plusieurs variétés qu'on ne sait comment distinguer. La table alphabétique des nuances usuelles (p. 39) montre, par exemple, que notre travail contient 11 gammes différentes de rouge-vermillon, 6 gammes de brun-chocolat, 9 gammes de rouge-cornouille, etc. Une variété de bleu de Prusse (Pl. 52) aurait pour formule 1.3.10, le gris tourterelle 1.3.4 (Pl. 35), le jaune sombre 9.0.1 (Pl. 15), le rose églantine 0.4.0 (Pl. 2), etc.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une réaction des composés cuivreux pouvant servir à caractériser les azotites.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« Dans le cours des recherches que je poursuis, depuis plusieurs années, sur les déplacements réciproques des bases insolubles dans les sels, j'ai été conduit à un résultat assez inattendu.

» Au contact d'une dissolution d'azotate d'argent, l'oxyde cuivreux déplace totalement l'argent, en donnant une solution de nitrate cuivrique; après qu'on a renouvelé plusieurs fois la solution argentique, il demeure une matière grise, que Rose avait déjà observée en 1857 (1) et qu'il avait considérée comme un mélange d'argent métallique et d'un nitrate basique cuivrique insoluble. En poursuivant l'étude de cette substance qui contient certainement, non un nitrate cuivrique, mais un nitrite cuivreux ou cuivroso-cuivrique, j'ai eu l'occasion d'observer une réaction spéciale que j'avais communiquée, sans l'éclaircir, au *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences,* tenu à Bordeaux, en août 1895. La matière grise, traitée avec précaution par un excès d'acide sulfurique concentré, s'y dissout en développant une magnifique coloration bleu violacé, immédiatement destructible par l'eau et disparaissant spontanément au bout de quelques jours.

» L'examen approfondi de la réaction m'a conduit à conclure que la condition à réaliser pour la produire était la présence simultanée d'acide sulfurique concentré, d'un nitrite et d'un composé cuivreux.

» Pour l'obtenir le plus commodément possible, on dissout brusquement, dans l'acide sulfurique concentré, une petite quantité d'azotite de sodium cristallisé sec. Si, à la liqueur incolore et limpide ainsi obtenue, on ajoute quelques parcelles d'oxyde cuivreux rouge, on les voit *immédiatement* se dissoudre en donnant, avec un léger dégagement d'oxyde azotique, une coloration violet pourpre très intense.

» Tous les composés cuivreux, bromure, iodure, chlorure, hyposulfite double cuproso-sodique, et aussi tous les composés cuproso-cuivrique, tels que le sulfite rouge et l'hyposulfite ammoniacal bleu violet de Schütte, fournissent nettement la même réaction.

» Avec le chlorure cuivreux sec, l'action n'est pas immédiate, mais elle

(1) *Annales de Poggendorff,* tome CI.

se produit, après quelque temps, avec un certain dégagement de chlore. L'iodure fournit une réaction non immédiate, mais très régulière ; il y a mise en liberté d'oxyde azotique et élimination de tout l'iode en cristaux, qu'on peut enlever en agitant la liqueur avec du chloroforme, qui n'exerce aucune action destructive sur la matière pourpre.

» Le cuivre métallique, obtenu en réduisant par l'hydrogène l'oxyde pulvérulent, réagit vivement sur la liqueur nitroso-sulfurique, et donne aussi la coloration violette avec un dégagement plus abondant d'oxyde azotique. Le cuivre en lames ou en tournure n'est attaqué qu'à la longue et s'entoure, après quelque temps, d'une gaine violette qui se diffuse peu à peu dans le liquide.

» Les composés cuivriques ne fournissent aucune réaction. On n'observe non plus aucune coloration avec les divers composés métalliques, mercureux ou mercuriques ([1]), plombeux, argentiques, stanneux ou stanniques, manganeux, cobalteux, nickeleux, etc.

» La même réaction peut être effectuée avec la solution dont l'acide sulfurique concentré de l'acide nitrosulfonique $SO^2(AzO^3)OH$, obtenu en cristaux par l'action du gaz sulfureux sur l'acide azotique fumant, et convenablement essoré et desséché. Mais il convient de n'opérer que sur des solutions dans un grand excès d'acide sulfurique.

» *Propriétés de la solution pourpre.* — La dissolution violet pourpre, obtenue par les composés cuivreux, se décolore lentement, même à l'abri de l'air en tube scellé : l'élévation de température favorise la destruction qui n'est point cependant immédiate à 100°.

» Agitée dans un flacon au contact d'air sec, elle se décolore assez promptement par oxydation, et il se dépose un précipité blanc de sulfate cuivrique. Les oxydants tels que l'acide nitrique, l'acide persulfurique, l'oxyde puce de plomb, amènent rapidement le même résultat. Le brome décolore en précipitant du bromure cuivrique anhydre noir.

» L'eau, même introduite avec beaucoup de précautions pour empêcher l'échauffement, détruit de suite le composé violet. Il en est de même de l'acide sulfurique additionné du cinquième de son volume d'eau.

» *Emploi comme réactif de l'acide azoteux.* — La réaction qui vient d'être décrite constitue un indicateur sensible des azotites.

([1]) Le mercure métallique n'a aucune action immédiate, mais, après quelque temps, il peut fournir un composé violet, dont la nature sera indiquée dans une prochaine Communication.

» Pour reconnaître dans une dissolution la présence d'un azotite, on en pose une goutte aussi petite que possible sur une soucoupe blanche et, sur cette goutte très ténue, on place une goutte d'acide sulfurique concentré, puis on fait tomber quelques grains d'oxydule cuivreux. S'il y a un nitrite, la teinte violette apparaît de suite.

» La réaction, qui est encore nette avec une solution renfermant par litre $\frac{1}{30}$ de molécule d'acide azoteux, est certainement moins sensible que celle de la métaphénylène-diamine.

» Comme on l'a dit plus haut, la coloration est fugace, parce que l'oxygène et l'humidité de l'air contribuent à la détruire. Elle est également gênée par la présence d'une proportion notable d'azotate.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai que le produit violet obtenu avec les composés cuivreux n'est autre que le sel cuivrique de l'acide nitrosodisulfonique, acide violet, que je suis parvenu à préparer. »

CHIMIE MINÉRALE — *Sur les combinaisons zirconotungstiques.* Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« Parmi les combinaisons mixtes que forme l'acide tungstique avec les acides minéraux, les plus anciennement connues et les plus remarquables sont les combinaisons silicotungstiques, obtenues par de Marignac en faisant bouillir les dissolutions des tungstates acides alcalins avec de la silice gélatineuse. La zircone gélatineuse est susceptible de former des composés analogues; c'est ce qui résulte des expériences suivantes :

» *Zirconodécitungstates de potasse.* — La zircone gélatineuse, préparée en précipitant par la potasse le fluozirconate de potassium, se dissout dans une dissolution bouillante de paratungstate de potasse $12TuO^3, 5K^2O, 11H^2O$. Il faut projeter le paratungstate par petites portions dans l'eau contenant déjà la zircone, et soumettre la liqueur, qui devient alcaline, à une ébullition très prolongée. Par concentration dans le vide du liquide filtré, il se forme un précipité cristallin. En redissolvant ce précipité dans l'eau bouillante, et faisant de nouveau cristalliser la solution ainsi obtenue, on observe tout d'abord la formation de cristaux microscopiques, agissant faiblement sur la lumière polarisée, d'un zirconodécitungstate répondant à la formule

$$10TuO^3, ZrO^2, 4K^2O + 15H^2O.$$

	Calculé.	Trouvé.
$10 TuO^3$	75,13	74,37
ZrO^2	3,95	4,02
$4K^2O$	12,18	12,59
$15H^2O$	8,74	8,18
	100,00	99,16

» Les eaux-mères de la cristallisation de ce sel, soumises à la concentration dans le vide, laissent déposer en quantité plus abondante un *dizirconodécitungstate*, de formule

$$10 TuO^3, 2ZrO^2, 4K^2O + 20H^2O.$$

	Calculé.	Trouvé.			
		I.	II.	III.	IV.
$10 TuO^3$	70,30	70,41	69,84	77,62 (II+III)	70,49
$2ZrO^2$	7,40	7,79	7,93		7,59
$4K^2O$	11,39	11,67	11,47	11,38	11,98
$20H^2O$	10,91	10,61	11,04	11,21	»
	100,00	100,48	100,28	100,21	

» Ce sont des cristaux prismatiques très petits, agissant beaucoup plus énergiquement que les précédents sur la lumière polarisée, et présentant des extinctions à 30° de l'axe d'allongement. Ils perdent 12 molécules d'eau à 100°, soit 6,78 pour 100 (théorie 6,54).

» Ces deux zirconodécitungstates sont beaucoup plus solubles dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, qui les dissout à peine. La calcination les décompose en donnant des produits insolubles; la fusion avec les carbonates alcalins les transforme en un mélange de tungstate et de zirconate, et il se dégage de l'acide carbonique en abondance; toutes ces propriétés rapprochent ces corps des silicotungstates.

» Par sa constitution, le zirconodécitungstate de potasse

$$10 TuO^3, ZrO^2, 4K^2O + 15H^2O$$

présente la plus grande analogie avec le silicodécitungstate de potasse

$$10 TuO^3, SiO^2, 4K^2O + 17H^2O.$$

Mais de Marignac ne préparait pas ce silicodécitungstate par la même méthode. Lorsqu'on fait bouillir du paratungstate de potasse avec de la silice gélatineuse, c'est le silicoduodécitungstate quadripotassique $12 TuO^3, SiO^2, 4K^2O + 14H^2O$ qui prend naissance; pour obtenir le silicodécitungstate, il faut saturer par la potasse l'acide silicodécitungstique, préparé lui-même au moyen du silicodécitungstate neutre d'am-

moniaque résultant de la dissolution de la silice gélatineuse dans le paratungstate d'ammoniaque à l'ébullition.

» *Zirconodécitungstate d'ammoniaque.* — On obtient également un zirconodécitungstate d'ammoniaque en faisant bouillir une dissolution de paratungstate d'ammoniaque $12 TuO^3, 5(AzH^4)^2O, 11 H^2O$ avec de la zircone gélatineuse. Après une longue ébullition, on filtre pour séparer la zircone en excès; la liqueur, concentrée dans le vide jusqu'à consistance presque sirupeuse, laisse déposer des cristaux d'un zirconodécitungstate acide d'ammoniaque, très solubles dans l'eau et faciles à purifier par cristallisations successives. Leurs dissolutions présentent une réaction acide au tournesol. Ils répondent à la formule

$$10 TuO^3, ZrO^2, 3(AzH^4)^2O, H^2O + 13 H^2O.$$

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
$10 TuO^3$	81,40	81,70	»
ZrO^2	4,28	4,25	»
$3(AzH^4)^2O$	5,48	5,16	4,92
$14 H^2O$	8,84	»	»
	100,00		

» Ce sont de très beaux prismes rhomboïdaux, agissant fortement sur la lumière polarisée, présentant des extinctions parallèles à la direction des axes. Les cristaux sont toujours très petits. Ils affectent souvent très nettement la forme rhomboïdale; mais parfois ils se présentent en cristaux lenticulaires, tantôt isolés, tantôt réunis en agglomérations donnant au premier abord l'aspect d'une cristallisation en houppes. Le sel s'effleurit rapidement au contact de l'air. Il s'altère même lentement au sein du liquide où il a pris naissance; les cristaux, qui sont incolores et très réfringents au moment de leur formation, deviennent peu à peu opaques et blanc laiteux.

» Par sa constitution, le zirconodécitungstate d'ammoniaque doit être rapproché du silicodécitungstate acide d'ammoniaque $10 TuO^3, 3(AzH^4)^2O, H^2O + 9 H^2O$, que de Marignac obtenait par l'ébullition prolongée avec de l'eau du silicodécitungstate neutre $10 TuO^3, SiO^2, 4(AzH^4)^2O + 8 H^2O$.

» Les zirconodécitungstates sont beaucoup plus instables que les silicodécitungstates. Les acides chlorhydrique, sulfurique, azotique décomposent immédiatement leurs dissolutions, avec précipitation d'acide tungstique jaune.

» L'acide phosphorique forme lentement du phosphate de zircone gélatineux ; l'acide acétique agit d'une façon analogue.

» Dans les solutions de zirconodécitungstate d'ammoniaque, l'addition d'ammoniaque détermine assez rapidement la précipitation de la zircone; la zircone ainsi précipitée ne se redissout plus, ou se dissout à peine, lorsqu'on chasse l'excès d'ammoniaque par l'ébullition de la liqueur. Ce fait permet de distinguer les zirconodécitungstates des silicodécitungstates; en effet l'ammoniaque en excès précipite beaucoup plus lentement la silice des silicodécitungstates, et de plus cette silice se redissout facilement à l'ébullition. C'est également pour cette raison que je n'ai pas pu préparer le zirconodécitungstate neutre d'ammoniaque, en ajoutant de l'ammoniaque à la dissolution de zircone dans le paratungstate, ainsi que faisait de Marignac pour la préparation du silicodécitungstate neutre.

» La potasse agit comme l'ammoniaque, en précipitant la zircone du zirconodécitungstate.

» La plupart des sels métalliques, les chlorures de baryum, calcium et magnésium, les azotates de plomb et d'argent, le nitrate mercureux déterminent dans les solutions de zirconodécitungstates des précipités insolubles.

» J'ai essayé vainement de dissoudre la zircone gélatineuse dans le paratungstate de soude. Il existe en effet, au point de vue chimique, de très grandes différences entre les propriétés des paratungstates de potasse et de soude, ainsi que me l'ont prouvé d'autres expériences, que je décrirai dans une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la méthylhepténone naturelle*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons découvert dans l'essence de lémon-grass et dans l'essence de linaloë une acétone non saturée $C^8H^{14}O$ à laquelle nous avons donné le nom de *méthylhepténone naturelle*. Nous avons, en même temps, établi sa constitution, qui est

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3,$$

constitution qui a été confirmée par de récents travaux de M. Tiemann.

» Cette acétone se forme dans l'oxydation, au moyen du mélange chromique, du licaréol, du licarhodol, du lémonol (géraniol) et du lémonal (citral); elle constitue donc un chaînon très important de leur molécule.

» Tout récemment, nous avons montré que l'on pouvait remonter de cette méthylhepténone à l'acide géranique, acide qui possède avec le lémonol et le lémonal les mêmes rapports que l'acide acétique avec l'alcool et l'aldéhyde éthyliques.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

» Il ne reste donc plus, pour avoir réalisé la synthèse totale de l'acide géranique, qui contient le même squelette de carbure que le lémonol et le lémonal qu'à reproduire synthétiquement la méthylhepténone.

» Pour arriver à ce résultat, nous nous sommes adressés à un bromure d'amylène $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CBr - CH^2 - CH^2Br$, récemment décrit par M. Ipatief; malheureusement le produit nécessite l'obtention partielle de diméthylallène, qu'il est extrêmement difficile de se procurer en quantité un peu notable.

» Nous avons fait réagir ce dibromure sur deux molécules d'acétylacétone sodée, mise en suspension dans l'éther en présence d'un excès d'acétylacétone. On fait bouillir la solution éthérée pendant vingt-quatre heures, puis on chasse l'éther et l'on maintient le produit de la réaction à 150° pendant quelques heures.

» On a ainsi de l'isoaménylacétylacétone,

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH - CH^2 - CH\!<\!\!\begin{matrix} CO - CH^3 \\ CO - CH^3, \end{matrix}$$

sous la forme d'une huile incolore à odeur douce, bouillant à 112°-115° sous 10^{mm}. Cette dicétone, mise au contact de la soude concentrée, s'y dissout, puis il cristallise un sel de sodium presque insoluble dans la soude. Si on le chauffe, ce sel se dissout et l'on perçoit l'odeur de la méthylhepténone, qu'on entraîne par un courant de vapeur d'eau

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH - CH^2 - \underset{\displaystyle CO - CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO - CH^3 + NaOH$$

$$= C^2H^3NaO^2 + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3.$$

» Cette méthylhepténone, soigneusement rectifiée, bout à 170°-172°, comme la méthylhepténone naturelle dont elle possède l'odeur. Nous l'avons transformée en semi-carbazone qui, après cristallisation dans l'éther où elle est peu soluble, fond à 133°,5-134° et possède la composition

$$C^8H^{14} = Az - AzH - CO - AzH^2.$$

(La semi-carbazone de la méthylhepténone naturelle fond à 135°.) Ces

deux semi-carbazones ont d'ailleurs des solubilités analogues dans l'eau, l'alcool et l'éther.

» Le produit obtenu par nous est donc bien identique à la méthylhepténone naturelle, comme son mode d'obtention le laissait prévoir.

» La décomposition de l'isoaménylacétylacétone donne de mauvais rendements en méthylhepténone. Le produit principal de la réaction est une huile bouillant à 215°-225° à la pression ordinaire et qui possède la composition d'un mélange de produit primitif $C^{10}H^{16}O^2$ avec un produit de déshydratation $C^{10}H^{14}O$.

» Ce dernier composé n'a pu être séparé de l'isoaménylacétylacétone, mais nous avons pu l'obtenir à l'état de semi-carbazone sous forme de cristaux incolores, presque insolubles dans l'éther, fondant à 192°-193° et possédant la composition

$$C^{10}H^{14} = Az - AzH - CO - AzH^2.$$

» Il semble très probable que l'acétone $C^{10}H^{14}O$ a pris naissance par suite d'une fermeture suivant le schéma

```
          CH — CO — CH³                      CH — CO — CH³
  CH²╱  ╲CO — CH³                   CH²╱  ╲C — CH³
    |                                   |      ‖
    |                  = H²O +          |      ‖
  CH╲  ╱CH³                         CH╲  ╱CH
      C                                   C
      |                                   |
     CH³                                 CH³
```

» Cette déshydratation est à comparer avec celle que subit la méthylhepténone elle-même en présence de chlorure de zinc. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude de la région antérieure de l'appareil digestif chez les Sténoglosses supérieurs*. Note de M. **Alexandre Amaudrut**, présentée par M. Edmond Perrier.

« *Cancellaria cancellata*. — L'appareil proboscidien est construit sur le type normal des Rachiglosses; mais la trompe, au lieu d'être cylindrique sur toute sa longueur, est conique en avant.

» La forme cylindro-conique de la trompe entraîne une modification

dans la forme du bulbe : un allongement s'est produit entre les mâchoires et la langue, ce qui a transformé la cavité buccale en tube buccal.

» L'œsophage est large en arrière du bulbe, et cette partie élargie se termine par une petite dilatation qui est l'homologue de la glande spéciale impaire.

» Il existe deux paires de glandes salivaires qui rappellent, par leur forme, leur position et leur parcours, les glandes salivaires des Janthines. La paire externe ne saurait être assimilée aux glandes annexes des Rachiglosses, qui présentent toujours un canal excréteur commun situé sous l'œsophage.

» Comme chez les Ténioglosses, les ganglions buccaux sont situés sur la face supéro-postérieure du bulbe, loin des centres cérébroïdes.

» Par la position des ganglions buccaux, la présence de glandes salivaires externes, l'état d'ébauche de la glande spéciale impaire, les Cancellaires s'éloignent des Sténoglosses (y compris les Conidés et les Térébridés) et se rapprochent des Ténioglosses.

» *Conidés*. — L'appareil proboscidien diffère du type normal :

» 1° Par la présence d'un tube, de formation postérieure à la gaine et à la trompe, et dû à un allongement de la partie antérieure commune aux téguments et à la gaine. Cet allongement a eu pour conséquence de reporter les tentacules assez loin en avant de la position ordinaire qu'ils occupent chez les Rachiglosses;

» 2° Par la présence d'une trompe conique, généralement terminée par un dard acéré.

» Le tube et son contenu rappellent, à certains égards, l'armature buccale des Hémiptères. Pour cette raison, je désignerai ce mufle spécial sous le nom de *trocart*.

» A la base de la trompe existe une dilatation ovoïde du tube digestif que R. Bergh considère comme le bulbe. Dans cette dilatation, on doit considérer deux parties : une postérieure, appartenant à l'œsophage; l'autre antérieure, faisant partie du tube buccal qui s'étend jusqu'au sommet de la trompe. Dans la première débouche le canal de la glande à venin; dans la seconde s'ouvre le sac des dards.

» La branche allongée ou postérieure du sac des dards correspond seule à la gaine radulaire des autres Gastéropodes. La branche antérieure représente la partie fondamentale du bulbe et contient les cartilages et les muscles rudimentaires (*C. vicarius*). Son innervation et ses rapports avec

les glandes salivaires normales sont les mêmes que celles du bulbe en général.

» Le mouvement de torsion à gauche s'est produit au niveau du renflement bulbo-œsophagien et de la très courte région œsophagienne qui suit. Les conséquences de ce mouvement ont été d'amener à droite ce qui était au-dessous de l'œsophage (bulbe, ganglions pédieux, aorte antérieure) et à gauche ce qui était au-dessus (ganglions cérébroïdes, glandes salivaires normales).

» La glande à venin s'ouvre dans l'œsophage et non dans le bulbe, sur le côté droit, qui appartient morphologiquement à la face ventrale.

» Chez les Diotocardes, les poches œsophagiennes sont innervées, chacune, par un nerf issu de la face supéro-postérieure du ganglion buccal correspondant. Chez les Buccins et les Cônes, les deux nerfs se réunissent et forment une deuxième commissure buccale en arrière de la première, plus forte que celle-ci, et de laquelle se détache un gros nerf qui se rend à la glande spéciale (Buccin) ou à la glande à venin (Cône). La glande à venin est l'homologue de la glande spéciale impaire des Rachiglosses.

» La glande supplémentaire que Bergh a signalée chez les Cônes, ne s'ouvre pas dans le renflement bulbo-œsophagien, mais au sommet de la trompe, par un canal extérieur très grêle; elle est probablement l'homologue des glandes salivaires annexes des Muricidés.

» *Térébridés; T. muscaria.* — Le trocart a pris un développement énorme, chez les animaux conservés dans l'alcool : il se présente en général invaginé. La trompe, le tube buccal, le renflement bulbo-œsophagien, le bulbe, les glandes salivaires normales, la glande à venin présentent les mêmes caractères que dans les Cônes.

» Sous le renflement bulbo-œsophagien, existent deux petites glandes ovoïdes, dont les canaux excréteurs se réunissent en un seul qui s'engage dans la trompe, sous le tube buccal. Ces deux glandes correspondent aux glandes salivaires annexes que Bouvier a signalées chez les Rachiglosses.

» Dans *T. muscaria* la trompe présente des parois épaisses et le tube buccal des parois minces; dans une autre espèce indéterminée de *Terebra*, les rapports étaient intervertis et la trompe n'était fixée au tube buccal qu'à l'extrémité de celui-ci, qui, en outre, était dépourvue de dard. Le bulbe et la gaine rodulaire étaient représentés par une légère saillie; le renflement bulbo-œsophagien faisait défaut, ainsi que la glande à venin et les glandes salivaires annexes. Quant aux glandes salivaires normales, elles débouchaient par un canal unique à l'extrémité du tube buccal.

» Par l'ensemble de leurs caractères les Conidés et les Térébridés se rattachent aux Sténoglosses; mais par la formation du trocart, par la forme conique de la trompe et le développement du tube buccal, qui en est la conséquence, par l'atrophie du bulbe et sa position, ils constituent dans la série des Prosobranches un groupe aberrant et terminal.

» C'est déjà le résultat auquel Bouvier est arrivé par l'étude du système nerveux. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle d'un chlorocarbonate de sodium et de magnésium et d'un carbonate double des mêmes bases. Reproduction artificielle de la darapskite et de l'hydrargilite.* Note de M. **A. DE SCHULTEN**, présentée par M. Fouqué.

« 1° Le chlorocarbonate s'obtient en chauffant pendant sept à huit heures au bain-marie, dans une fiole bouchée, une dissolution contenant 20^{gr} de carbonate de sodium anhydre et 150^{gr} de chlorure de sodium dans 500^{cc} d'eau à laquelle on a ajouté 15^{gr} de chlorure de magnésium dissous dans 50^{cc} d'eau. Les cristaux que l'on obtient sont des octaèdres réguliers. Leur composition correspond à la formule Na^2CO^3, $MgCO^3$, NaCl. Leur poids spécifique est de 2,377 à la température de 15°. Ils sont attaqués par l'eau froide et fondent au rouge en se décomposant.

» 2° Le carbonate se produit par le même procédé en diminuant la quantité du chlorure de sodium employé et en augmentant celle du carbonate de sodium. Ce sel avait déjà été préparé, par Henri Sainte-Claire Deville, par l'action du bicarbonate de sodium sur le carbonate de magnésium, mais les cristaux n'avaient pas été décrits.

» Pour obtenir ce sel, nous employons une solution de 100^{gr} de carbonate de sodium anhydre dans 400^{gr} d'eau à laquelle il ajoute une solution de 20^{gr} de sel $Mg(NO^3)^2 + 6\,Aq.$ dans 50^{cc} d'eau et chauffe au bain-marie pendant quatre à cinq heures dans une fiole bouchée. Les cristaux que l'on obtient possèdent une composition correspondant à la formule Na^2CO^3, $MgOCO^3$. Ils ont la forme de rhomboèdres basés, l'angle aigu de la face p est d'environ 73°. Le poids spécifique est 2,729 à 15°. Le chlorocarbonate paraît identique avec la northupite trouvée au lac Borax en Californie.

» 3° La darapskite naturelle a été trouvée, dans les pampas du Chili, par Dietze et étudiée par ce savant et par Osann. Sa composition est ex-

primée par la formule

$$NaAzO^3, Na^2SO^4, H^2O.$$

» Nous avons reproduit ce sel cristallisé en dissolvant à chaud 250gr de sulfate de sodium $Na^2SO^4 + 10\,Aq$ dans 500gr d'eau, ajoutant 400gr de nitrate de sodium et laissant refroidir lentement la liqueur filtrée.

» Ce sel est inaltérable à la température ordinaire; à 100°, il perd lentement son eau. Son poids spécifique est de 2,197 à 15°. Ses cristaux sont monocliniques et allongés suivant h^1 (100). On observe les faces p(001), g^1(010), m(110), o^1(101), $o^{\frac{2}{3}}$(302), $a^{\frac{1}{2}}$($\bar{2}$01).

» Les mesures goniométriques ont donné les résultats suivants :

	Cristaux artificiels.	Cristaux naturels.	
	° ′	° ′	
h^1p (100)(001)	76.50	77. 5	
h^1m (100)(110)	56. 0	56. 5	
h^1o^1 (100)(101)	54. 0	53.42	
$h^1o^{\frac{2}{3}}$ (100)(302)	44.50	45	environ
$h^1a^{\frac{1}{2}}$ (100)($\bar{2}$01)	52.50	52.10	

» 4° MM. Bonsdorff, Becquerel et Ditte ont obtenu de l'hydrate d'alumine cristallisée ayant la composition de l'hydrargilite par l'action lente d'un acide sur un aluminate alcalin. Cependant, l'imperfection des cristaux obtenus ne paraît pas avoir permis une assimilation certaine avec l'hydrargilite naturelle.

» Nous avons produit des cristaux plus gros et à faces plus nettes en précipitant de l'hydrate d'alumine d'une solution ammoniacale étendue et chauffée au bain-marie dans un flacon pendant quinze jours. On a soin que l'ammoniaque ne se dégage que très lentement.

» Nous avons obtenu des cristaux encore plus développés en précipitant lentement l'hydrate d'alumine d'une solution alcaline chaude, au moyen de l'acide carbonique. La cristallisation commence après huit à dix heures de traitement.

» L'analyse des cristaux a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $Al^2(OH)^6$.
Alumine	64,47	65,43
Eau	34,76	34,57
Silice	0,53	»
	99,76	100,00

» Le produit se dissout dans l'acide chlorhydrique à chaud. Son poids spécifique est de 2,423. Les cristaux sont des prismes brillants et limpides monocliniques, tantôt allongés, tantôt très raccourcis. On observe les faces $p(001)$, $h^1(100)$ et $m(110)$.

» Quand on examine au microscope un cristal reposant sur la face $p(001)$, on voit que les angles h^1m et mm sont très voisins de 120°. Sur des cristaux maclés suivant $h^1(100)$, l'angle pp a été trouvé égal à environ 9°, on en déduit $C = 85°30'$. Sur $g^1(010)$ l'extinction se fait sous un angle de 20° environ vers l'angle aigu des arêtes p et h^1. Sur h^1 l'extinction est longitudinale et l'allongement positif dans le sens des arêtes longitudinales du prisme. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux rares du glacier de la Meije (Hautes-Alpes).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Le glacier de la Meije, près la Grave, fournit, depuis quelques années, plusieurs minéraux rares dont le gisement offre une grande analogie avec celui des mêmes espèces qui ont rendu célèbres les environs de Saint-Christophe, en Oisans.

» L'*anatase*, la *brookite* et la *turnerite* s'y rencontrent, en cristaux nets, dans les fentes des filons d'une granulite albitique; les parois de celle-ci ne sont pas riches en beaux cristaux d'albite et de quartz, comme les filons des granulites de l'Oisans. L'*albite*, notamment, n'existe généralement qu'en cristaux confus; les cristaux distincts que j'ai observés sont, parfois, dépourvus de macles apparentes; ils sont peu aplatis suivant g^1 et allongés suivant l'axe vertical. Ils présentent les formes suivantes : $m(1\bar{1}0)$, $t(110)$, $g^1(010)$, $g^2(130)$, $g^2(1\bar{3}0)$, $a^1(\bar{1}01)$, $a^{\frac{1}{2}}(\bar{2}01)$, $i^{\frac{1}{2}}(021)$, $e^{\frac{1}{2}}(0\bar{2}1)$, $b^1(\bar{1}\bar{1}2)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{\frac{1}{2}}(1\bar{1}1)$; ils sont le plus souvent très aplatis suivant g^1 et maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad.

» *Anatase*. — Le type dominant, parmi les cristaux d'*anatase* de l'Oisans, est caractérisé par la grande prédominance de l'octaèdre aigu $b^1(112)$; à la Meije les cristaux de ce genre sont relativement peu abondants; la plupart des cristaux sont constitués par des octaèdres moins aigus, dont les faces en escaliers sont fortement striées parallèlement aux arêtes de la base et présentent un aspect moiré très caractéristique. Examinées au goniomètre, ces faces donnent souvent une série ininterrompue d'images; les formes dominantes sont : $b^{\frac{5}{2}}(115)$ et $b^1(112)$, avec parfois $b^3(116)$ et

$b^{\frac{7}{2}}$(117), etc.; il existe en outre, presque toujours, des petites facettes b^7(1.1.14) très brillantes; la base p(001) est fréquente, et il n'est pas rare de trouver des cristaux extrêmement aplatis parallèlement à elle. Tous les cristaux d'anatase de ce gisement sont noirs de fer; en lames très minces, ils sont à peine translucides et bleus.

» *Brookite.* — La *brookite* de l'Oisans, de même que celle du massif du Mont-Blanc, se présente toujours en lamelles d'un brun doré, extrêmement minces, aplaties suivant h^1 et, en même temps, allongées suivant l'axe vertical : elles sont bordées par de très petites facettes m(110), g^1(010), $e^{\frac{1}{4}}$(041), e_3(121), e_2(132). Tout autre est la forme des cristaux de la Meije, qui ne correspondent comme aspect à aucun des cristaux de brookite connus; ils sont bien aplatis suivant h^1(100), mais possèdent toujours une certaine épaisseur, ils ne présentent généralement pas d'allongement spécial. Leur caractéristique réside dans la prédominance de la pyramide $\left(b^1 b^{\frac{1}{5}} h^1\right) = a_5$(321) qui, avec h^1, est souvent seule visible au premier abord, les formes suivantes étant très souvent réduites à des facettes presque microscopiques; m(110), h^3(210), $e^{\frac{1}{4}}$(041), a^2(201), a^1(101), e_3(121) et, enfin, quelquefois p(001). La forme a_5(321) n'est pas nouvelle, mais dans les quelques gisements où elle a été signalée (Oural, Ellenville), elle est toujours réduite à de très petites facettes sans importance sur le faciès extérieur des cristaux. Je n'ai trouvé que quelques petits cristaux offrant ces mêmes formes, mais avec un allongement distinct suivant l'axe vertical.

» Les cristaux de brookite de la Meije offrent, en outre, la particularité de n'être souvent pas implantés sur leur gangue par une des extrémités de l'axe vertical, ce qui permet d'étudier leurs pointements cristallins plus facilement que dans les échantillons des autres gisements. Ils possèdent un éclat extrêmement vif, ils sont d'un noir de fer et offrent à ce point de vue une si grande analogie avec l'anatase qu'ils ne se distinguent pas de ce minéral au premier examen lorsque leurs cristaux sont enchevêtrés, ce qui est assez fréquent.

» *Turnerite.* — La variété de *monazite* décrite sous le nom de *turnerite* est l'un des plus rares minéraux des Alpes. J'ai pu étudier une vingtaine de cristaux provenant de la Meije, en même temps que des échantillons trouvés il y a quelques années, à la montagne des Puits près de Saint-Christophe, en Oisans. J'ai observé les formes suivantes : h^1(100), m(110), o^1(101), a^1($\bar{1}$01), e^2(012), e^1(011), $e^{\frac{1}{2}}$(021), $d^{\frac{1}{2}}$(111), $b^{\frac{1}{2}}$($\bar{1}$11), $z = \left(b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} h^1\right)$($\bar{3}$11), $\left(b^1 b^{\frac{1}{3}} h^1\right) = a_3$($\bar{2}$11), $w = \left(b^1 d^{\frac{1}{3}} g^1\right)$($\bar{1}$21). On peut distinguer deux types parmi ces cristaux. Ceux qui constituent le premier type sont dépourvus d'allongement et parfois à peine aplatis suivant h^1. Le large développement des faces h^1 et e^1 leur donne la forme de parallélépipèdes obliquangles modifiés sur leurs arêtes et leurs angles par de très fines facettes. Les cristaux de ce type sont d'un jaune rosé pâle, d'un jaune brunâtre ou plus rarement d'un rouge brunâtre clair. Les cristaux du second type, d'un jaune de miel ou d'un jaune très pâle, sont allongés suivant l'arête $o^1 h^1$(101)(100) et souvent très aplatis parallèlement à cette dernière face; les formes qui sont peu développées dans le type I prennent, au contraire, quelque importance dans le type II.

» Dans le gisement de la Meije, la turnerite et la brookite se présentent

avec une égale fréquence; parmi les très nombreux échantillons qui me sont passés entre les mains, ces deux minéraux se rencontrent dans une proportion d'environ $\frac{1}{50}$ par rapport aux échantillons dans lesquels l'anatase existe seule.

» Cette courte description montre tout l'intérêt de ce nouveau gisement.

» Non loin de la Grave, à la cascade des Fréaux, les fentes des chloritoschistes sont tapissées de gros cristaux de calcite [rhomboèdre $p(10\bar{1}1)$ dominant] et de cristaux limpides de quartz hyalin, sur lesquels sont implantés de petits cristaux transparents d'anatase jaune de miel.

» Leurs formes dominantes sont des octaèdres b^1, b^x, très striés horizontalement; b^7, toujours accompagnés par les faces $a^2(102)$ et $a^{1.4}(1.0.14)$, très brillantes. »

GÉOLOGIE. — *La craie à Hippurites de la province orientale*. Note de M. H. **Douvillé**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« On sait que les faunes hippuritiques du sud de la France et de la Catalogne présentent des caractères analogues permettant de les attribuer à une même *province* naturelle, dite *occidentale*.

» Plus à l'est on retrouve des couches à Hippurites, dans le centre et le sud de l'Europe, en Asie-Mineure, en Perse et jusqu'aux environs de Suez; il était intéressant de les comparer à celles que nous avions étudiées précédemment.

» Il résulte de ces nouvelles recherches que les divers gisements de la région orientale présentent, eux aussi, des caractères communs permettant de les considérer comme appartenant à une même province naturelle; mais, dans cette *province orientale*, l'évolution des Hippurites présente des caractères spéciaux, de telle sorte que les faunes du même âge offrent, dans les deux provinces, des espèces en grande partie différentes : en particulier, les formes à pores linéaires paraissent manquer complètement dans la région orientale. On peut en conclure, malgré l'état encore bien incomplet de nos connaissances, que les deux provinces n'ont eu, pendant le Crétacé supérieur, que des communications restreintes et intermittentes.

» La partie la mieux connue de la province orientale est celle qui s'étend sur le versant nord des Alpes, à l'ouest de Vienne, depuis Wiener-Neustadt,

par Gosau, Salzbourg et Brandenberg jusqu'au delà de Vils; dès 1865, Zittel y a distingué deux niveaux d'Hippurites séparés par des marnes à Ammonites coniaciennes (*A. Haberfellneri*) et santoniennes (*A. texanus*) et des couches saumâtres lignitifères; nous avons pu nous assurer que ces deux niveaux étaient caractérisés par des espèces différentes :

» Le *premier niveau* (turonien supérieur) renferme à Gosau (Wegscheidegraben) *H. gosaviensis, H. presulcatus*, n. sp., tandis que, dans le niveau supérieur (*troisième niveau*) on rencontre (Traunwand, Nefgraben) *H. Boehmi, H. Oppeli, H. Lapeirousii*, var., *Batolites tirolicus*. Ce dernier horizon est immédiatement recouvert à l'est, dans les environs de Wiener-Neustadt, par des couches à *Orbitoïdes* appartenant au Campanien moyen, et par la faune à Ammonites de Neuberg (*A. neubergicus*); il doit donc être attribué au Campanien inférieur.

» Tandis que ces deux niveaux à Hippurites sont bien caractérisés dans le synclinal de Gosau et dans celui de Wiener-Neustadt, le niveau inférieur fait défaut dans le synclinal du lac de Saint-Wolfgang, situé un peu au nord du premier; le seul niveau qui y soit représenté est superposé aux marnes à Ammonites de Strobl-Weissenbach (Coniacien et Santonien) et aux couches à lignites; il occupe donc à peu près la même position que le niveau supérieur de Gosau; cependant, la faune est moins riche, et elle ne comprend guère que l'*H. inæquistriatus*, espèce voisine de l'*H. Oppeli* qu'elle paraît remplacer, et l'*H. sulcatus*. Il est probable que ces deux synclinaux étaient déjà distincts à l'époque crétacée. Par contre, la faune de Saint-Wolfgang réapparaît bien plus à l'ouest dans la vallée de l'Inn, à Brandenberg, tandis qu'à l'est on retrouve, dans les environs de Gams-Hieflau, comme à Gosau, les marnes à *A. Haberfellneri* et les couches à *H. Boehmi* (associé à l'*H. colliciatus*).

» On voit que, si la formation crétacée présente bien la même composition sur toute la bordure des Alpes, il existe cependant à l'époque campanienne quelques légères différences entre la bande nord-ouest (Brandenberg, Saint-Wolfgang) plus rapprochée des mers septentrionales où vivaient les *Bélemnites* et la bande sud-est (Gosau, Gams-Hieflau) qui, par Wiener-Neustadt communiquait avec le prolongement du bassin Adriatique dans lequel les *Orbitoïdes* allaient se développer.

» Le *second niveau* à Hippurites correspond au gisement isolé de l'Untersberg, près Salzbourg, avec *H. cornuvaccinum* et *H. sulcatus;* il est probablement d'âge santonien, mais on n'a pas encore pu établir rigoureusement ses relations stratigraphiques avec les marnes voisines de

Glanegg (*Amm. Margæ, A. serrato-marginatus*) qui appartiennent au Santonien inférieur; géographiquement ces couches appartiennent à la bande nord-ouest, et, dans le voisinage, les couches de Nierenthal, à *Bel. mucronatus,* montrent que les mers septentrionales ont pénétré dans la zone alpine par la trouée de Salzbourg.

» Les trois niveaux que nous venons d'énumérer se montrent également sur le versant méridional des Alpes : à l'ouest, dans la Lombardie, le poudingue de Sirone (*H. inæquicostatus, H. sulcatus*) reproduit la faune de Brandenberg et il est recouvert par des couches à *Bel. mucronatus;* ce sont exactement les mêmes conditions que dans la bande nord-ouest; la communication avec les mers du Nord devait s'établir ici au travers des Alpes du Dauphiné. A l'est, dans la Vénétie, nous retrouvons (lac de Santa Croce) à la base l'*H. gosaviensis,* puis l'*H. Gaudryi* qui paraît remplacer l'*H. cornuvaccinum,* et au sommet l'*H. Oppeli;* le tout est couronné par des couches à *Orbitoïdes* renfermant un *quatrième niveau* à Hippurites caractérisé par le *Pironæa polystylus*. Au même niveau appartiennent les couches du cap Passaro (Sicile) où l'*H. cornucopiæ* est également associé aux *Orbitoïdes*. Cette dernière espèce d'Hippurite a été retrouvée par M. di Stefano sur les bords de l'Adriatique, au mont Gargano, et en Perse par M. de Morgan, près de Khorremabad.

» A l'Est de Vienne, les couches de Gosau se prolongent dans le Bakonyer-Wald où elles paraissent présenter une coupe analogue à celle des assises supérieures de Wiener-Neustadt; plus loin à l'ouest des Balkans, M. Toula a signalé l'*H. variabilis* (= *bulgaricus*), tandis qu'au centre de la chaîne, près de Gabrowa, on a recueilli l'*H. Loftusi* qui appartient à la faune signalée par Woodward dans le haut bassin de l'Euphrate (Hakim Khan); ici, on trouve en outre *H. vesiculosus, H. colliciatus* (de Gams-Hieflau) et *Pironæa corrugata*, c'est notre troisième niveau. Au sud, près de Suez, nous retrouvons encore l'*H. vesiculosus* associé à des Huîtres campaniennes.

» Si nous laissons de côté les Hippurites de l'Italie centrale et méridionale qui vont être prochainement étudiées par M. di Stefano, nous retrouvons l'*H. gosaviensis* à Sebenico; dans le nord de la Grèce, le second niveau est représenté par les couches de Caprena et d'Antinitza avec *H. Gaudryi, H. Chaperi,* n. sp. et *H. Maestrei.* Il faudrait ajouter encore le gisement d'Amasie (Asie Mineure), mais l'espèce qui y a été découverte par Tchihatcheff est encore de détermination un peu incertaine.

» En résumé, le premier niveau à Hippurites s'étend au nord des Alpes

entre Gosau et Wiener-Neustadt, et au sud dans la Vénétie; par l'Adriatique, il se relie aux couches à Rudistes turoniens du nord de la Sicile et de la Tunisie. Le second niveau pénètre dans le nord de la Grèce, tandis que les troisième et quatrième niveaux présentent une extension bien plus considérable : au nord des Alpes, ils dépassent l'Inn à l'ouest, tandis qu'à l'est ils gagnent les Balkans et se prolongent jusqu'à l'Euphrate; au sud, ils contournent la Sicile pour se relier peut-être aux couches à *Orbitoides* du midi de l'Espagne, tandis qu'à l'est ils atteignent la mer Rouge et la Perse. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de Caprininés dans l'Urgonien* (1). Note de M. **Victor Paquier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Dans le calcaire urgonien de Châteauneuf-du-Rhône (Drôme) et de Donzère s'observent, outre des *Matheronia* et des *Caprotines*, des représentants de la famille des Caprininés dont je vais discuter ici les affinités.

» Mon attention a été attirée sur le gisement de Châteauneuf par M. J. Offner qui y recueillit l'an dernier un fragment de Rudiste dans lequel je reconnus un débris de valve supérieure de Caprininé.

» Les Caprininés de Châteauneuf et Donzère se répartissent en deux groupes, l'un pourvu de canaux seulement à la valve supérieure et qui peut être rapproché du genre *Caprina*, l'autre offrant des canaux dans les deux valves et rappelant le genre *Caprinula*. La première section est représentée par des espèces de dimensions assez réduites, qui rappellent extérieurement les Caprines, avec une valve supérieure moins développée, et présentent une large dépression longitudinale ventrale de façon à revêtir tout à fait l'apparence de la valve libre de certaines Caprotines urgoniennes.

» L'appareil cardinal de la valve β offre des analogies avec celui de *Caprina adversa*. La dent unique ne diffère guère de celle de l'espèce cénomanienne que par son moindre développement: elle est accompagnée des deux fosses cardinales semblablement disposées. Le muscle postérieur s'insérait également sur une crête moins élevée et plus épaisse, de même l'impression antérieure est portée par un épaississement du test. Par contre,

(1) Note rédigée au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

les cavités accessoires diffèrent complètement de celles du type cénomanien par l'extrême variabilité de leur situation et de leurs dimensions. Dans le cas le plus fréquent, elles s'ouvrent à côté de l'apophyse myophore antérieure, mais elles peuvent également n'accompagner que l'impression postérieure, comme chez *C. adversa* ou encore se montrer à côté des deux lames myophores antérieure et postérieure ou même faire complètement défaut. Le ligament était interne.

» L'appareil cardinal de la valve α complète l'analogie avec l'espèce déjà citée; on y observe deux dents coniques, l'antérieure forte, la postérieure plus réduite et située à l'extrémité d'une crête myophore submarginale. Entre ces deux dents, se développe une grande cavité correspondant à la fossette cardinale et à la cavité qui reçoit la lame myophore postérieure de la valve β. La cloison qui isole ces deux fosses chez *Caprina adversa* n'existe donc pas ici. Tandis que dans le genre *Caprina* les canaux du test se présentent d'une façon ininterrompue sur tout le pourtour de la valve libre, chez les formes urgoniennes, ils sont localisés dans le voisinage des impressions musculaires et la région ventrale de la coquille en est totalement dépourvue. *Leurs caractères les éloignent en outre beaucoup de ceux des vraies Caprines;* peu nombreux (vingt environ), ils sont ovales et établissent en quelque sorte la transition entre les cavités accessoires et les canaux.

» En somme, ces espèces qui constituent un genre nouveau, représentent un type archaïque chez lequel les traits principaux de l'appareil myocardinal sont déjà réalisés, tandis que le système des canaux s'y révèle à un stade très primitif, et les cavités accessoires comme un caractère non encore fixé.

» Parmi les formes pourvues de canaux dans les deux valves, les exemplaires de dimensions moyennes montrent un système de canaux qui s'interrompt sur la région ventrale *dans les deux valves*, tout comme dans la valve α des Caprininés décrites plus haut. A la valve inférieure les canaux radiaux dominent, larges et peu nombreux. A l'extérieur, des lames myophores, antérieure et postérieure, s'observent des canaux polygonaux moins développés cependant que chez *Caprinula Boissyi* (¹).

» Cette valve rappelle donc, par son plan, *Caprinula*, dont elle diffère par le moindre développement des canaux et des cavités. La valve supé-

(¹) M. Douvillé, *Bull. Soc. Géol. fr.*, 3e série, t. IV, p. 705.

rieure est insuffisamment connue, toutefois les canaux y sont intermédiaires entre le type radial et le type polygonal.

» Les exemplaires de grande taille sont beaucoup plus difficiles à étudier. De la valve inférieure, je ne connais que la région postérieure; son appareil cardinal présente de très grandes analogies avec celui des formes rapprochées plus haut des *Caprines*. La valve supérieure n'offre aucune interruption dans la répartition des canaux du pourtour du test, elle montre une cavité d'habitation séparée par un septum d'une cavité unique, rétrécie en son milieu et correspondant à la fois à la fosse cardinale habituelle et à la cavité accessoire qui l'accompagne. La dent antérieure est bien développée, mais la dent postérieure, difficilement discernable, devait être fort réduite, comme chez *Sphærucaprina,* Gemmellaro. La lame myophore postérieure se trouve au bord antérieur de la cavité accompagnant la fosse cardinale, et la lame antérieure est séparée du bord externe par de larges canaux polygonaux. Extérieurement, ces formes se présentent avec une apparence massive, de section elliptique. La valve inférieure est moindre que la supérieure, dont la spire rudimentaire se termine par un apex obtus.

» En résumé, ce type singulier, quoique apparenté aux Caprinules, rappelle également les Caprines par la présence d'une seule rangée de canaux radiaux. En outre, l'apparence déprimée et la brièveté de la valve libre, le peu de développement de la dent postérieure, joints à l'aspect de la section, rappellent *Sphærucaprina;* nos Caprinules urgoniennes, par leurs caractères mixtes et primitifs, viennent donc témoigner des liens qui relient les genres *Caprina, Caprinula* et *Sphærucaprina.*

» En résumé, *les Caprininés sont déjà représentés dans l'Urgonien et s'y montrent répartis en deux groupes; le premier, dépourvu de canaux dans la valve inférieure et muni dans la valve supérieure d'un petit nombre de canaux ovales localisés dans le voisinage des lames myophores, représenterait une forme ancestrale des Caprines dont il possède déjà l'appareil myo-cardinal. Le second, par l'existence de canaux radiaux et polygonaux dans les deux valves, se rapproche de Caprinula.*

» Si l'on se souvient enfin qu'à cette époque les *Caprotinés*, les *Polyconites* et les *Stenopleura* avaient déjà apparu, il en résulte que *la faune des Rudistes de l'Urgonien, étroitement reliée à celle du Crétacé moyen, possède des représentants de toutes les formes cénomaniennes, sauf les Radiolitinés et les Ichthyosarcolithinés.* »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les relations de la sensibilité thermique avec la température.* Note de M. **Charles Henry.**

« En ce qui concerne la relation mathématique qui relie à la température les divers degrés de la sensibilité thermique on ne possède aucune solution générale. Fechner, qui a cherché à justifier pour d'autres sensations sa célèbre loi logarithmique, reconnaît qu'elle ne s'applique point à la sensibilité thermique. Ce physicien constate qu'entre 10° et 20° R. la sensibilité est maximum et cherche à représenter, au-dessous de 14°, 77, la plus petite différence perceptible D par l'équation

$$D = (14,77 - t)^3 0,002734;$$

mais cette équation concorde très mal avec l'expérience, aussi bien entre 10° et 14° qu'au-dessous de 5°; bref, l'auteur des *Elemente der Psychophysik* conclut à la nécessité d'expériences nouvelles exécutées sur une échelle plus étendue.

» Cet appel ne semble pas avoir été écouté; on a exécuté, depuis Fechner, plusieurs enquêtes fragmentaires; par exemple, Lindemann, par des méthodes d'exploration autres que la plus petite différence perceptible, est conduit à placer le maximum de sensibilité autour de la température du sang; Dessoir le trouve entre 27° et 32°; mais, à notre connaissance, le problème expérimental n'a jamais été réabordé sérieusement.

» Nous avons recherché comment les numéros d'ordre de la sensation thermique varient avec la température dans les limites de — 60° à + 60°, les grands froids étant produits par évaporation du chlorure de méthyle et par divers mélanges réfrigérants. Les deux vases recouverts de flanelle dans lesquels on plongeait la même surface des deux mains, en ayant soin de les interchanger, étaient amenés successivement à deux températures de plus en plus voisines jusqu'à ce que le patient fût incapable de distinguer aucune différence : on notait la plus petite différence perçue.

» Nous avons eu l'occasion de revérifier, au cours de ces recherches, les effets anesthésiants, signalés dans une Communication antérieure (4 août 1890), qui sont produits par les températures correspondant aux températures dites *rythmiques* de mon thermomètre physiologique, dont l'échelle est fondée sur le principe de Carnot.

» Nous avons retrouvé le maximum de sensibilité signalé par Fechner;

nous le plaçons autour de 15°C., c'est-à-dire un peu plus bas que lui. Il semble qu'il y ait là une zone thermique, à laquelle nous sommes, au moins dans nos latitudes, plus qu'à toute autre, adaptés; en deçà ou au delà, nous avons la notion du froid ou du chaud; c'est la justification de l'intuition qui a placé vers 13° le « tempéré ».

» Prenant 15° comme zéro du froid et du chaud et portant en abscisses les numéros d'ordre successifs de la sensation et en ordonnées les degrés, comptés positivement dans l'un et l'autre sens, nous obtenons deux courbes qui ne sont pas symétriques, situées, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de l'axe des sensations, mais toutes deux convenablement représentées par des équations de la forme

$$S = K(1 - e^{-\lambda i^m}),$$

équation dont l'importance pour les autres sensibilités a été établie dans de précédentes Communications.

» Pour la courbe supérieure, la courbe du chaud, $K = 150$, i exprime les degrés, indiqués par le thermomètre centigrade, diminués de 15; $m = 1$; $\lambda = 0,062031$. Comme vérifications, on trouve, pour $i = 15$, au lieu de 89, $S = 90,8$; pour $S = 1$, on retrouve rigoureusement la valeur observée $i = 0,1$.

» Pour la courbe inférieure, la courbe du froid, $K = 75$; $m = 0,7$; $\lambda = 0,13077$. Comme vérifications, on trouve, pour $i = 10$, au lieu de la valeur observée 35, $S = 36,23$; pour $S = 1$, on retrouve $i = 0,10265$, nombre un peu plus petit que la valeur observée.

» En adoptant comme zéros du froid et du chaud les deux points extrêmes de cette zone tiède, c'est-à-dire 10° et 20°, zone dans laquelle les sensations croissent proportionnellement aux degrés de température, on pourrait représenter les observations par la même valeur $m = 1$, mais en admettant pour la courbe du froid : $K = 50$, $\lambda = 0,0446$; pour la courbe du chaud : $K = 110$, $\lambda = 0,05875$. En prenant comme unités les degrés de Carnot, on obtiendrait des courbes, dont l'une monterait plus vite et l'autre descendrait plus vite; mais, dans tous les cas, il résulte de la différence des paramètres m, K et λ ou bien K et λ seuls, *que la sensibilité du froid et la sensibilité du chaud sont autonomes et indépendantes;* on sait que Marius Blix avait été conduit à admettre l'existence de nerfs spéciaux pour le froid et pour le chaud; mais ses expériences d'excitation électrique ne donnent pas de résultats généraux, ni constants.

» Nous avons pu sans trop d'essais arithmétiques préalables, déter-

miner les deux valeurs de K respectivement les plus convenables, en cherchant les températures, très approchées des numéros d'ordre maxima de sensations, auxquelles la sensibilité thermique fait place à la sensibilité douloureuse au bout de temps sensiblement égaux (20^s); ces deux températures sont respectivement $+50^o$ et -50^o ([1]). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action du filtre de porcelaine sur le venin de vipère : séparation des substances toxiques et des substances vaccinantes.* Note de M. **C. Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

« L'étude de l'action des agents physiques, chaleur et électricité, sur le venin de vipères de différentes régions (Seine-et-Oise, Isère, Haute-Saône, Jura, Vendée, Puy-de-Dôme) nous a permis d'établir que le chauffage ([2]) et les courants à haute fréquence ([3]) font disparaître le pouvoir toxique de ce venin, en même temps qu'apparaître des propriétés vaccinales.

» Pour expliquer ce résultat, deux hypothèses peuvent être faites : ou bien la chaleur respecte les substances vaccinantes, ou bien elle les fait naître aux dépens des matières toxiques ou autres contenues dans le venin. Si cette dernière hypothèse était exacte, on devrait, par un chauffage convenable, transformer d'une manière constante le venin en vaccin. Or, dans de très nombreuses expériences faites avec le venin de vipère aspic, de provenances diverses, nous avons observé une seule, mais remarquable exception. Le venin des vipères de Clermont-Ferrand ([4]), chauffé à des températures variables, s'atténue, perd sa toxicité, mais ne possède aucune propriété vaccinante ([5]). Cependant ce venin contient les mêmes substances toxiques (échidnase, échidnotoxine) produisant les mêmes effets que le venin des vipères d'autres localités. Ce fait négatif unique, opposé à l'ensemble assez considérable des résultats positifs, a une signification importante : il permet d'affirmer que les propriétés vaccinantes du venin chauffé ne sont dues ni à une atténuation, ni à une transforma-

---

([1]) Travail du Laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

([2]) Phisalix et Bertrand, *Comptes rendus,* 5 février 1894.

([3]) C. Phisalix, *Société de Biologie,* 29 mars 1896.

([4]) Nous adressons tous nos remercîments à M. le professeur P. Girod qui nous a fourni les vipères nécessaires à nos expériences.

([5]) *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle;* 1895, n° 3.

tion des substances toxiques. Ainsi, quand une de ces substances fait défaut, comme à un certain moment l'échidnase dans le venin de vipère d'Arbois, cela n'empêche pas les propriétés vaccinales d'apparaître sous l'influence de la chaleur ([1]).

» Toutefois pour établir, par une démonstration plus directe, la préexistence des principes vaccinants dans le venin de vipère, il fallait les isoler par un procédé dépourvu d'action chimique modificatrice. La filtration sur porcelaine répond parfaitement à ce but. Déjà on sait que certains ferments, certaines toxines sont retenus par le filtre, tandis que d'autres passent plus facilement. En ce qui concerne le venin de vipère, nous avons constaté que les principes nuisibles restent dans la bougie. Mais les produits filtrés ne sont pas dépourvus d'une certaine action physiologique, puisqu'ils élèvent légèrement la température des cobayes auxquels on les injecte. Comme le venin transformé en vaccin, par une température de 80° à 90°, élève lui aussi la température, on pouvait supposer que le venin filtré contiendrait peut-être des substances vaccinantes. C'est, en effet, ce qui a lieu.

» *Expérience.* — Le 2 mai 1896, on inocule à un cobaye de 620^{gr} une solution à 1 pour 5000 de venin de vipère qui a été filtré sur porcelaine. La dose injectée (1^{mgr}) serait plus que suffisante pour le tuer si le venin n'avait pas été filtré. En deux heures, la température s'est élevée de 0°,5 pour revenir ensuite au point de départ. Pas d'action locale appréciable. Quarante-huit heures après, le 4 mai, l'inoculation d'épreuve est faite avec le même venin non filtré. Or, tandis qu'un cobaye témoin inoculé avec la même dose, $0^{mgr},7$, est mort en cinq heures et demie, le premier a parfaitement résisté; sa température a baissé de 1° seulement dans les six premières heures pour remonter ensuite à son point de départ. Les accidents locaux ont été, pour ainsi dire, nuls.

» Cette expérience a été répétée à plusieurs reprises, quelquefois en doublant les doses de venin filtré (2^{mgr}). Elle a toujours donné ce même résultat : *après filtration sur porcelaine, le venin de vipère a perdu sa toxicité et possède des propriétés vaccinantes.*

» L'immunisation peut-elle être attribuée à une trace de substance toxique qui aurait passé à travers le filtre? La réponse est facile si l'on se rappelle que, pour réussir à immuniser un animal par accoutumance, il faut commencer par de très faibles doses pour arriver lentement et pro-

---

([1]) Il est évident que ces caractères physiologiques ont une importance au moins aussi grande que ceux tirés de la forme et de la couleur, et dont il faudrait tenir compte pour la création des variétés de l'espèce.

gressivement aux doses mortelles. Or, dans le venin filtré, la quantité de matière toxique serait si faible qu'elle n'abaisse pas la température, et cependant, déjà au bout de quarante-huit heures, l'animal qui a reçu ce venin est parfaitement vacciné.

» Les travaux de différents auteurs, particulièrement de M. Duclaux (¹), ont montré que l'action des filtres sur les substances en solution pouvait s'expliquer par des phénomènes d'attraction et d'adhésion moléculaires. Si aucune action chimique n'est en jeu, il faut admettre que, dans la filtration du venin de vipère, les substances vaccinantes ne dérivent pas des substances toxiques, mais qu'elles existent primitivement. La désignation d'*échidno-vaccin* est donc aussi justifiée que celle d'*échidnase* attribuée à la substance phlogogène dont l'indépendance a été mise hors de doute. Le venin filtré agit, en effet, à la manière d'un vaccin : il y a une période d'incubation entre le moment où il est inoculé et celui où l'immunité apparaît, et ce n'est qu'au bout de quarante-huit heures environ que l'immunité est complètement réalisée. De même qu'avec le venin chauffé, cette immunisation n'est pas produite directement par la matière vaccinante, elle résulte d'une réaction de l'organisme.

» D'après ce qui précède, l'action du chauffage sur le venin de vipère est facile à expliquer. Les substances vaccinantes résistent mieux à la chaleur que les substances toxiques. Les limites de température les plus favorables à leur dissociation sont comprises entre 75° et 90°. Dans ces limites, les premières persistent en grande partie, tandis que les secondes sont plus ou moins détruites. Au-dessous de 75°, les substances toxiques sont peu affaiblies; au-dessus de 90°, les vaccinantes sont fortement atteintes. Mais, comme l'action de la chaleur sur les principes actifs du venin est progressive et variable suivant la durée du chauffage et l'élévation de la température, il est difficile, on le conçoit, de réaliser les conditions où les substances toxiques seraient entièrement détruites, tandis que les vaccinantes resteraient intactes. Aussi, au point de vue pratique, la filtration est préférable au chauffage : elle permet d'isoler les substances vaccinantes sans en affaiblir les propriétés.

» En résumé, dans le venin de vipère, les matières vaccinantes sont distinctes des matières toxiques. Leur séparation mécanique par le filtre apporte un appui expérimental direct à la théorie de la vaccination par des substances spécifiques. Toutefois, ce serait aller trop loin que de géné-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXV; 1872.

raliser cette théorie, d'autant plus que l'immunisation peut se réaliser par divers mécanismes ([1]). »

M. **Ch. Gassmann** adresse deux Mémoires ayant pour titres : « Sur quelques dérivés de la diphényléthylène diamine » et « Études sur le péri-dinitronaphtalène ».

M. **Bougon** adresse une Note « Sur un procédé d'observation des taches du Soleil ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juin 1896.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Juin 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896. N° 3. Mars 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Précis de Stéréochimie, par M. A. Hantzsch, Professeur de Chimie à l'École Polytechnique de Zurich, traduction française publiée par M. Ph.-A. Guye, Professeur de Chimie à l'Université de Genève, et M. M. Gautier, Privat-docent de Chimie à l'Université de Genève. Paris, G. Carré, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Du 28 mai au 10 juin 1896; 2 fasc. in-4°.

([1]) Travail du laboratoire de M. Chauveau, au Muséum d'Histoire naturelle.

Les secours aux blessés et aux naufragés des guerres maritimes, par M. le Dr C. Auffret (de Brest), Directeur du Service de santé de la Marine, à Rochefort. Paris, L. Baudoin, 1894.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Juin 1896. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

L'Ammoniaque, ses nouveaux procédés de fabrication et ses applications, par M. P. Truchot. Paris, B. Tignol; in-16. (Offert par l'auteur.)

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 9 juin 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault. Année 1895. Montpellier, Ch. Boehm, 1896; in-4°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de M. A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Turin, H. Loescher, 1896; vol. gr. in-8°.

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei (Chine), fondé et dirigé par les missionnaires de la Compagnie de Jésus. Bulletin mensuel. Tome XX. Année 1894. Chang-Haï, 1896; in-4°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena. Série II. Volume XI. In Modena, 1895; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 8 juin 1896.)

Note de M. *A. de Gramont,* Sur les spectres des métalloïdes dans les sels fondus. Soufre :

Page 1327, lignes 26 et 27, *mettre* ε devant l'accolade.
Même page, ligne 3 en remontant, *au lieu de* φ, *lisez* ρ.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 22 JUIN 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Expression du frottement extérieur dans l'écoulement tumultueux d'un fluide;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. A la surface limite du fluide [1], les trois composantes, suivant les axes, de la pression moyenne locale de celui-ci sur sa couche superficielle, exprimées par les formules habituelles en fonction linéaire des N, T, égaleront les composantes contraires de l'action du milieu extérieur sur la même couche.

» Quand le milieu extérieur est une paroi fixe, l'ignorance où l'on est de la composante normale de sa pression se trouve suppléée par la connaissance de la composante analogue de vitesse, alors nulle. Mais on ne peut

---

[1] *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 1369.

se dispenser d'avoir une formule de ses composantes tangentielles, c'est-à-dire du frottement extérieur F_e, opposé en direction au glissement, sur la paroi, des couches fluides presque contiguës, plus intérieures toutefois que la couche extrêmement mince immobilisée par adhésion à la paroi. Si l'on prend celles d'entre elles qui sont à une distance de la paroi à peine perceptible, et néanmoins suffisante pour que leur vitesse moyenne locale V n'éprouve plus de l'une à l'autre le très rapide accroissement local dû à leur voisinage même de la couche immobilisée, la vitesse V, à très peu près la même sur une épaisseur sensible, y sera ce que les hydrauliciens appellent la *vitesse à la paroi*.

» C'est surtout d'elle et du degré de rugosité de la paroi, que dépendra dans les mouvements tumultueux le frottement extérieur F_e par unité d'aire. En effet, à travers la mince couche fluide tapissant la paroi et immobilisée sur une épaisseur imperceptible, les rugosités subissent, par leur côté exposé au courant, l'impulsion vive ou le choc des particules intérieures qu'elles dévient, dont chacune les presse d'autant plus, suivant le sens de la vitesse moyenne locale V, qu'elles sont plus grosses et qu'elle est elle-même, à volume égal, plus massive ou d'un poids proportionnel ρg plus fort, et, en outre, animée d'une vitesse V plus grande, l'impulsion ou pression totale produite ainsi sur l'unité d'aire de la paroi étant, d'ailleurs, d'autant plus forte encore que les rugosités sont plus multipliées et qu'il y passe devant chacune plus de particules fluides par unité de temps, ou que la vitesse V est plus grande.

» Le frottement F_e dû à ces impulsions ou, encore, à l'aspiration *corrélative* (dite *non-pression*) qu'elles provoquent sur la face *aval* et protégée des aspérités, sera donc, d'une part, proportionnel aux deux facteurs constituant en quelque sorte, par leur produit, le degré de rugosité, savoir fréquence et ampleur des inégalités de la paroi; d'autre part, proportionnel deux fois à la vitesse à la paroi V et une fois au poids ρg de l'unité de volume du fluide, en admettant, ce qui est l'hypothèse la plus naturelle et la plus simple, que chaque circonstance quantitative distincte dont l'annulation entraînerait celle de l'impulsion soit en raison directe de celle-ci.

» II. Si donc B désigne un coefficient très notablement croissant avec le degré de rugosité, l'on aura une formule comme $B\rho g V^2$ pour exprimer la partie du frottement extérieur due à l'impulsion des particules contre la paroi et liée aux petites sinuosités de leurs trajectoires, c'est-à-dire, en définitive, à l'agitation du fluide. Or, dans les écoulements tumultueux où la vitesse à la paroi sera un peu grande, cette partie principale $\rho g B V^2$ du

frottement extérieur masquera complètement l'autre partie qui seule le constituerait dans des mouvements bien continus, c'est-à-dire celle que donnerait la composante, suivant le sens général de l'écoulement tout autour, du frottement de la couche immobilisée, sur le fluide intérieur, si celui-ci prenait des mouvements réguliers tout en conservant la même vitesse moyenne locale V à la distance de la paroi où cette vitesse se produit effectivement. En effet, dans un tube capillaire où pareille vitesse s'observerait à pareille distance de la paroi, mais avec mouvements bien continus, le frottement extérieur ne serait certainement presque rien à côté de ce qu'il est dans le lit à grande section considéré ici.

» Nous aurons donc, pour l'expression approchée du frottement d'une paroi,

$$(14) \qquad F_e = \rho g B V^2.$$

» III. A une surface libre, où le milieu extérieur sera une atmosphère très mobile et *très peu dense*, presque sans inertie, l'extrême facilité qu'aura le liquide sous-jacent à l'entraîner empêchera le frottement F_e d'acquérir des valeurs sensibles; et l'on aura $F_e = 0$, ou $B = 0$ dans la formule (14), encore applicable ainsi.

» L'action du liquide sur sa couche superficielle se réduira donc à sa composante normale, que l'on égalera à la pression donnée de l'atmosphère; et, inversement à ce qui arrivait auprès d'une paroi fixe, la connaissance de cette pression suppléera à celle de la vitesse de déplacement de la surface, c'est-à-dire à la connaissance de la composante de la vitesse moyenne locale, suivant le sens normal.

» IV. D'ailleurs, l'expérience montre que la liberté même de la surface, ou le peu de résistance du gaz extérieur aux déplacements brusques, entraîne, surtout dans les couches liquides supérieures, des perturbations incessantes, cause d'extrêmes complications dans le mode de variation des vitesses.

» Toutefois, ces perturbations et complications paraissent n'altérer les vitesses moyennes locales que de quantités peu appréciables, et en quelque sorte de second ordre de petitesse. C'est ce qu'ont prouvé des observations comparatives très précises du débit, faites par M. Bazin, dans des canaux et des tuyaux à sections rectangulaires de mêmes contours mouillés par unité d'aire et de même largeur, où il a été impossible de constater aucune influence, sur la vitesse moyenne, des perturbations

signalées [1]. Mais, comme des variations locales du second ordre de petitesse, chez une fonction de point, suffisent pour y changer de quantités du premier ordre la situation d'un maximum ou minimum, ces perturbations déplacent d'une manière très sensible le filet le plus rapide. Elles l'abaissent au-dessous de la surface, et d'autant plus que la section est moins large comparativement à sa profondeur, comme si le voisinage de cette surface libre déterminait un léger accroissement de l'agitation et du coefficient B sur le haut des parois latérales.

» Mais la suite prouvera que nous pourrons, sans grand inconvénient, négliger ces perturbations compliquées.

» V. Il ne nous reste plus, pour avoir mis complètement le problème en équation, qu'à savoir comment variera le coefficient ε des frottements intérieurs. Et d'abord les écoulements étudiés se feront à température τ constante, ce qui dispensera d'y considérer la variable τ. Quant à la densité ρ, qui n'y changera que très peu, ces légers changements le feront-ils varier autant qu'ils modifient la pression élastique ou moyenne p? Des expériences de du Buat, Darcy, etc., ont prouvé, comme on sait, qu'il n'en est rien et que les frottements provoqués par les mêmes mouvements relatifs de couches fluides voisines ne sont pas plus grands sous forte pression que sous une pression presque nulle. Et on le conçoit. Car, si le fluide donné se dilate, chacun de ses groupes moléculaires s'étale dans un plus grand espace, où les écarts absolus entre la contexture interne élastique et la contexture interne effective ont plus de champ pour se produire, donc aussi plus d'amplitude, à égales rapidités de déformation; d'où suivent, entre molécules prises en même nombre, des frottements intérieurs plus forts. Mais, par contre, il y a, aux distances où les frottements se produisent, moins de molécules de part et d'autre d'un élément plan d'étendue donnée, et, par conséquent, un nombre moindre d'actions élémentaires à travers son unité de surface. L'on s'explique que ces deux causes contraires se compensent sensiblement, surtout dans les si étroites limites où varie la densité des liquides.

» Le degré d'agitation, voilà la vraie variable dont ε dépend. L'observation, même la plus superficielle, des grands écoulements, comparés à ceux qu'offrent les tubes capillaires et dont les lois ont été données par Poi-

(1) *Recherches hydrauliques, etc.* (au t. XIX du *Recueil des Savants étrangers*), pp. 176 et 177.

seuille, montre que la valeur de ce coefficient pour des mouvements bien continus n'est presque rien par rapport à celles qu'il prend dès que l'agitation devient notable. Nous pourrons donc le supposer nul avec elle et proportionnel à chacune des circonstances quantitatives indispensables pour la produire, conformément au principe de bon sens déjà émis à propos du frottement extérieur, qui consiste à adopter dans chaque cas l'hypothèse la plus naturelle et la plus simple, sous la réserve du contrôle ultérieur de l'observation.

» VI. Cela admis, supposons le lit de notre courant fluide assez voisin de la forme cylindrique ou prismatique pour que les vitesses moyennes locales aient pu devenir, sur une grande longueur, presque parallèles à une même direction, suivant laquelle on prendra les x positifs. Les vitesses *latérales* ou *transversales* v, w seront donc, comparativement à la vitesse *longitudinale* u, des quantités du premier ordre de petitesse, ayant leurs carrés et produits négligeables; et, comme toutes ces vitesses ne changeront dans un rapport sensible qu'au bout de temps assez longs ou sur de grands parcours, l'on pourra négliger aussi les accélérations v', w' et les dérivées de v, w en x, tandis que l'accélération longitudinale u' et la dérivée de u en x seront du premier ordre de petitesse.

» Un tel régime est dit *graduellement varié*. Nous y appellerons σ la section du fluide, sensiblement *normale*, faite parallèlement aux yz par le plan d'abscisse x, et χ le *contour mouillé* de cette section, c'est-à-dire la portion de son contour total occupée par les parois.

» VII. L'agitation se formant surtout près de celles-ci, voyons quels éléments essentiels concourent à faire naître celle qui se produit, en un point quelconque (y, z) de χ, sur un rectangle élémentaire $d\chi\, dx$ de paroi. Et d'abord, une certaine vitesse moyenne locale à la paroi, que nous pourrons confondre avec sa composante u, y sera nécessaire; car sans cette vitesse, sans quelque énergie translatoire, aux dépens de laquelle puisse s'engendrer la demi-force vive d'agitation, celle-ci ne naîtrait pas. En effet, des expériences de Darcy, Osborne Reynolds, M. Couette, ont montré que les mouvements sont bien continus, même dans des tubes de plus d'un centimètre carré de section (mais polis), jusqu'à une limite supérieure de vitesse qui est inverse du diamètre.

» De plus, comme le prouve cette dernière loi, une certaine *ampleur* de la section, une certaine aire occupée par le fluide au devant ou en face de l'élément $d\chi$ du contour, et par unité de sa longueur $d\chi$, n'est pas moins indispensable; car elle seule donne du jeu au *ballottement* du fluide, aux

mouvements oscillatoires normaux à la paroi, qui provoquent et puis entretiennent l'agitation en écartant ou rapprochant de la paroi les particules affluentes dans le voisinage et en les faisant, dès lors, par leur engrènement avec les inégalités de celle-ci tour à tour diminué et accru, tournoyer en sens divers.

» VIII. Il y a quatre cas simples où, par raison de symétrie, la vitesse à la paroi, que nous appellerons alors u_0, est la même sur tout le contour mouillé χ et où, de plus, l'aire σ de la section se répartit pareillement entre tous les éléments égaux de ce contour ou en face de chacun d'eux $d\chi$, dans l'espace qu'interceptent les normales issues de ses extrémités; de manière qu'il en corresponde à tous d'égales portions $d\sigma$ et que l'ampleur $\frac{d\sigma}{d\chi}$ soit constante, égale par conséquent au *rayon moyen* $\frac{\sigma}{\chi}$. Ce sont, d'une part, les deux cas, où l'influence des bords est négligeable, d'un canal rectangulaire très large, d'une profondeur donnée h, et d'un tuyau à section rectangulaire aussi très large, de hauteur double $2h$; d'autre part, les cas d'un tuyau circulaire, de rayon R, et d'un canal demi-circulaire de largeur 2R coulant à pleins bords.

» L'agitation créée à la paroi, ou plutôt son influence sur la valeur de ε, y sera donc proportionnelle à u_0 et au rayon moyen h ou $\frac{1}{2}$R.

» IX. Les inégalités de la paroi, qui provoquent les ballottement et engrènement dont il vient d'être parlé, y interviendront aussi. Mais leur effet sur la masse fluide intérieure considérée ici ne sera pas localisé à une couche mince, comme il arrivait pour l'influence des mêmes inégalités sur le frottement extérieur, et il se trouvera d'autant plus amorti relativement, qu'il sera plus grand et se fera sentir plus loin à l'intérieur. Donc le degré de rugosité entrera comme facteur, dans ε, avec un exposant notablement moindre que dans le coefficient B de la formule (14). Autrement dit, ε devra être proportionnel à une puissance fractionnaire de B, et l'hypothèse la plus simple que nous puissions faire à cet égard, est de le supposer en raison directe de $\sqrt{B}$.

» A partir des parois, l'agitation se propage à l'intérieur des sections, sur des plans parallèles au fond ou aux deux bases dans les canaux et tuyaux larges de hauteur h ou $2h$, et sur des cylindres ou demi-cylindres conaxiques de rayons décroissants r dans le tuyau circulaire ou le canal demi-circulaire. Il est naturel de supposer que son degré se conserve sensiblement de couche en couche dans les deux premiers cas, où elle ne se

concentre ni ne se disperse, et qu'il croît dans les deux derniers cas, où, abstraction faite de la différence de vitesse des couches, elle se concentre suivant le rapport $\frac{R}{r}$ inverse de celui de leurs aires. Enfin, l'on peut admettre à une première approximation que, dans un canal découvert, l'agitation partie du fond ou des bords se réfléchit, en arrivant à la surface libre, de manière à produire, au-dessous de celle-ci, sensiblement les mêmes effets qu'y produirait l'agitation partie de la moitié supérieure des parois, dans un tuyau plein, de même rayon moyen, dont la section comprendrait, outre la proposée σ, sa symétrique par rapport au plan de la surface libre donnée.

» Si donc nous appelons $\frac{\rho g}{k}$ un coefficient indépendant du degré de rugosité des parois, mais *pouvant varier avec la nature du fluide*, et où, pour simplifier plus loin certaines formules, nous avons mis en facteur le poids ρg de l'unité de volume, sensiblement constant, les expressions approchées de ε, dans les quatre cas simples dont il s'agit, seront

$$(15)\quad \begin{cases} \text{(section rectangulaire large)}\ \varepsilon = \frac{\rho g}{k}\sqrt{B}\,h u_0, \\ \text{(section circulaire ou demi-circulaire)}\ \varepsilon = \frac{\rho g}{k}\sqrt{B}\,\frac{R}{2}\,u_0\,\frac{R}{r}. \end{cases}$$ »

ARITHMÉTIQUE. — *Quelques propriétés des racines primitives des nombres premiers*. Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Les théorèmes suivants, nouveaux je crois pour la plupart, concernent les racines primitives des nombres premiers. Assez cachées au premier abord, mais faciles à démontrer après qu'on les a découvertes, les propriétés qu'ils expriment me paraissent ajouter quelque chose à ce qu'on sait déjà sur ces *êtres* singuliers, dont l'essence était regardée par Euler « comme l'un des plus profonds mystères de la Science des nombres [1] ».

» LEMME. — *Si a est une racine primitive du nombre premier p* [ce qui s'exprime, sans réduction possible de l'exposant, par la congruence

$$a^{p-1} \equiv 1 \pmod p)],$$

---

[1] Voir GAUSS, *Disquisitiones*, n° 73.

on a

$$a^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1 \quad (\bmod p),$$

où $\frac{p-1}{2}$ *est toujours un entier puisque p est un nombre premier.*

» En effet, en élevant au carré les deux membres de cette dernière congruence, on reproduit la proposée. Il est vrai qu'on la reproduirait aussi en écrivant $a^{\frac{p-1}{2}} \equiv 1 \ (\bmod p)$; mais cette deuxième solution exprimerait que *a appartient,* au plus, à l'exposant $\frac{p-1}{2}$, ce qui est contraire à l'hypothèse. Cela posé :

» Théorème I. — *Le produit ab de deux racines primitives a, b d'un nombre premier p appartient à l'exposant* $\frac{p-1}{2}$, *ou à l'un des diviseurs de* $\frac{p-1}{2}$; *il n'est donc jamais racine primitive de p.*

» En effet, par hypothèse et sans réduction possible de l'exposant, on a, d'après le lemme,

$$a^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1 \quad \text{et} \quad b^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1 \qquad (\bmod p);$$

d'où, par la multiplication de ces deux congruences,

$$(ab)^{\frac{p-1}{2}} \equiv 1 \qquad (\bmod p).$$

Le produit *ab* appartient donc, *au plus,* à l'exposant $\frac{p-1}{2}$; *il peut,* d'ailleurs, comme l'on sait (¹), appartenir à l'un des diviseurs de $\frac{p-1}{2}$; car si $\frac{p-1}{2i}$ est un tel diviseur, l'élévation à la puissance $i^{ième}$ de la congruence

$$(ab)^{\frac{p-1}{2i}} \equiv 1$$

reproduit $(ab)^{\frac{p-1}{2}} \ (\bmod p)$.

» Il s'ensuit que *ab* n'appartient jamais à l'un des diviseurs de $p-1$, si celui-ci ne divise pas en même temps $\frac{p-1}{2}$.

» *Exemple :* $p = 31$, $p - 1 = 30$, dont les diviseurs sont 1, 2, 3, 5, 6, 10, 15 et 30, et les racines primitives sont 3, 11, 12, 13, 17, 21, 22, 24.

(¹) Voir *Disquisitiones*, n° 49.

» Les produits binaires de ces racines appartiennent à l'un ou à l'autre des exposants 1, 3, 5, 15, mais aucun aux exposants 6, 10, diviseurs de 30, qui ne divisent pas 15. Quant à l'exposant 2, il n'y a jamais que l'exposant $p-1$ (ici 30) qui lui appartienne, et il n'y a point à s'en occuper dans les questions dont il s'agit ici.

» COROLLAIRE. — Le carré d'une racine primitive quelconque étant aussi un produit binaire, il résulte du théorème I que *le carré d'une racine primitive, ou son résidu minimum par rapport à p, n'est jamais une racine primitive,* ce qu'on savait déjà.

» THÉORÈME II. — *Le produit d'un nombre pair de racines primitives n'est jamais une racine primitive de p; il appartient à l'exposant* $\frac{p-1}{2}$, *ou à l'un de ses diviseurs.*

» En effet, on a

$$a^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1, \quad b^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1, \quad c^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1, \quad d^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1, \quad \ldots \quad (\mathrm{mod}\, p);$$

d'où, par la multiplication, $(abcd\ldots)^{\frac{p-1}{2}} \equiv 1 \pmod p$, puisque le nombre des facteurs -1 est pair, par hypothèse. Donc, etc. Lorsque le nombre des facteurs est égal au nombre total (toujours pair, dès que $p>2$) des racines primitives de p, le produit appartient à l'exposant 1, donc est $\equiv 1 \pmod p$, résultat connu (*Disquisitiones*, n° 80).

» THÉORÈME III. — *Le produit abc de trois racines primitives a, b, c, est lui-même une racine primitive, ou bien il appartient à l'un de ceux des diviseurs de* $p-1$ *qui ne divisent pas* $\frac{p-1}{2}$.

» En effet, on a, par hypothèse, sans réduction possible de l'exposant,

$$a^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1, \quad b^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1, \quad c^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1, \quad \ldots \quad (\mathrm{mod}\, p);$$

d'où, par la multiplication, $\ldots(abc)^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1$ et, en élevant cette congruence au carré, $(abc)^{p-1} \equiv 1 \pmod p$.

» Donc abc appartient : soit à l'exposant $p-1$, et, dans ce cas, il est racine primitive ; soit à l'un des diviseurs de $p-1$, mais à condition que ce diviseur ne divise pas en même temps $\frac{p-1}{2}$. En effet, s'il divisait $\frac{p-1}{2}$, on aurait, par l'élévation à la puissance convenable, $(abc)^{\frac{p-1}{2}} \equiv 1 \pmod p$,

tandis qu'on a, par hypothèse, comme on vient de le voir,

$$(abc)^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1 \pmod{p};$$

il y aurait donc contradiction.

» *Exemple :* $p = 19$. — Sur les vingt produits ternaires des six racines primitives de 19, dix-huit sont des racines primitives, et deux, savoir 2.8.14 et 10.13.15 appartiennent à l'exposant 6, duquel les produits binaires sont exclus, et qui divise $p - 1 = 18$, mais ne divise pas $\frac{p-1}{2} = 9$.

» Soit encore $p = 31$. Sur les cinquante-six produits ternaires des huit racines primitives de 31, trente-huit appartiennent à l'exposant 30, donc sont racines primitives; dix à l'exposant 10, et huit à l'exposant 6, qui, l'un et l'autre, divisent 30 sans diviser 15.

» Corollaire. — Le cube d'une racine primitive étant aussi un produit ternaire, il résulte du théorème III que *le cube d'une racine primitive* (*ou son résidu*) *n'est jamais une racine primitive si* $p - 1$ *est divisible par* 3, *mais l'est toujours si* 3 *ne divise pas* $p - 1$.

» Cette conséquence étant connue, je supprime la démonstration; mais je vais prouver que, réciproquement,

» *Si* a^3 *est une racine primitive de* p, a *en est une aussi.*

» En effet, par hypothèse et sans réduction possible de l'exposant, on a $(a^3)^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$. Cette congruence étant aussi obtenue en élevant au cube la congruence $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$, on conclut immédiatement de celle-ci que a appartient soit à l'exposant $p - 1$, soit à l'un des diviseurs de $p - 1$. Dans ce dernier cas, soit $\frac{p-1}{i}$ le diviseur auquel a appartiendrait; on aurait $a^{\frac{p-1}{i}} \equiv 1 \pmod{p}$, et, en élevant au cube, $(a^3)^{\frac{p-1}{i}} \equiv 1 \pmod{p}$. Donc a^3 appartiendrait, au plus, à l'exposant $\frac{p-1}{i}$, ce qui ne se peut, puisqu'il appartient par hypothèse, à l'exposant $p - 1$.

» Théorème IV. — *Le produit d'un nombre impair de racines primitives est lui-même une racine primitive, ou bien il appartient à l'un de ceux des diviseurs de* $p - 1$ *qui ne divisent pas* $\frac{p-1}{2}$.

» La démonstration étant, au fond, la même que celle du théorème III, je ne la reproduirai pas, et je me bornerai à quelques exemples.

» *Exemples :* $p = 29$. Il y a douze racines primitives; les produits 5^{uples}, 7^{uples}, 9^{uples}, 11^{uples} sont, en très grande majorité, des racines primitives;

les exceptions appartiennent à l'exposant 4, qui divise $p - 1 = 28$, mais ne divise pas $\frac{p-1}{2} = 14$;

» Soit encore $p = 31$. Il y a huit racines primitives. Sur les cinquante-six produits quintuples, il y en a quarante qui sont des racines primitives, huit appartiennent à l'exposant 10 et huit à l'exposant 6; 10 et 6 divisant 30, mais ne divisant pas 15. Sur les huit produits 7^{uples}, tous, sans exception, sont des racines primitives.

» Corollaire. — *La puissance* $(2+1)^{ième}$ *d'une racine primitive (ou son résidu) n'est jamais une racine primitive, si* $p - 1$ *est divisible par* $2n + 1$; *mais elle l'est toujours si* $2n + 1$ *ne divise pas* $p - 1$.

» *Réciproquement, si* a^{2n+1} *est racine primitive, a en est une aussi.*

» La démonstration est analogue à celle du corollaire du théorème IV.

» *Remarque.* — Les produits des racines secondaires des nombres premiers donnent lieu à des théorèmes analogues aux précédents. Je ferai connaître, dans une prochaine Communication, les points de détail par lesquels ils en diffèrent dans leur énoncé. »

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Sur la caustique d'un arc de courbe réfléchissant les rayons émis par un point lumineux.* Note de M. A. Cornu.

« L'étude des *images focales astigmatiques* dans les *réseaux* (¹) plans ou courbes m'a conduit à en étudier le mécanisme élémentaire, à savoir la marche des rayons, issus d'un point, après diffraction ou réflexion sur un seul de ces traits, élément linéaire d'un réseau.

» Le problème optique se pose géométriquement ainsi : on assimile le trait diffringent ou réfléchissant à un arc de courbe infiniment petit MM', défini par sa tangente Mz et le centre C de son cercle osculateur; ce trait reçoit les rayons issus d'un point P situé d'une manière quelconque; on demande de déterminer la caustique ou ligne focale G des rayons diffractés ou réfléchis par ce trait, c'est-à-dire l'arête de rebroussement de la surface développable formée par ces rayons.

» (Le mode de raisonnement inauguré par Fresnel montre que si l'épais-

(¹) Le présent Travail aurait dû suivre les Notes sur les propriétés focales des réseaux publiées en 1893 (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1215 et 1421; t. CXVII, p. 1032) : le retard provient de ce que le manuscrit primitif, ayant été égaré, a dû être reconstitué.

seur du trait est de l'ordre de la longueur d'onde, le phénomène de diffraction et celui de réflexion se confondent.)

» La solution de ce problème, exprimée dans le langage de l'Optique géométrique, peut s'énoncer sous la forme suivante :

» I. *Les rayons issus d'un point lumineux* P *et réfléchis sur un arc infiniment petit* MM' *ont pour caustique G une conique située dans un plan normal au plan de l'élément et passant par le point lumineux* P : *c'est la section plane du cône décrit par la révolution du rayon incident* PM *autour de la tangente* Mz; *le plan de la section passe, en outre, par un point* C'' *de la normale* MC *à l'arc qui est la projection du pied* C' *de la normale au cône abaissée du centre de courbure* C.

» II. *La* CAUSTIQUE (*conique*) *ainsi déterminée convient à un arc fini quelconque de la courbe* F_1MM'F *focale conjuguée de cette conique, car l'arc donné* MM' *coïncide avec un élément de cette courbe focale qui est aussi une conique.*

» III. *Les deux coniques conjuguées définies ci-dessus sont géométriquement et optiquement réciproques : en effet, d'une part, l'une a pour foyers les sommets de l'autre (leurs plans étant rectangulaires) et réciproquement : d'autre part, lorsque l'une contient le point lumineux, elle est en même temps la caustique des rayons réfléchis sur l'autre et réciproquement.*

» *Démonstration.* — Prenons le plan osculateur de l'arc MM' $= ds$ pour plan des xz, le point M pour origine et la tangente Mz, en M, pour axe des z; on aura, en appelant R le rayon de courbure :

	X.	Y.	Z.	
Coordonnées du point M................	o	o	o	
» M'..............	$\frac{ds^2}{2R}$	o	ds	
» lumineux P.......	a	b	c	$\overline{MP}^2 = a^2 + b^2 + c^2 = \rho^2$
» G de la caustique..	a'	b'	c'	$\overline{MG}^2 = a'^2 + b'^2 + c'^2 = \rho'^2$
Angles de MP avec les axes.............	α	β	γ	
» MG »	α'	β'	γ'	

» Écrivons l'égalité des trajets lumineux PM + MG = PM' + M'G en limitant l'approximation aux infiniment petits du second ordre; on a

$$\overline{M'P}^2 = \left(a - \frac{ds^2}{2R}\right)^2 + b^2 + (c - ds)^2 = \rho^2 - 2c\,ds + \left(1 - \frac{a}{R}\right) ds^2. \tag{1}$$

» Extrayant la racine carrée au même ordre d'approximation, il vient

$$\left\{ \begin{aligned} M'P &= \rho - \frac{c\,ds}{\rho} + \left(1 - \frac{a}{R} - \frac{c^2}{\rho^2}\right)\frac{ds^2}{2\rho} \\ M'G &= \rho' - \frac{c\,ds'}{\rho'} + \left(1 - \frac{a'}{R} - \frac{c'^2}{\rho'^2}\right)\frac{ds^2}{2\rho'} \end{aligned} \right\} \quad \text{avec} \left\{ \begin{aligned} \rho + \rho' &= M'P + M'G, \\ \gamma' &= 180^\circ - \gamma, \end{aligned} \right. \tag{2}$$

d'où

$$o = -\left(\frac{c}{\rho} + \frac{c'}{\rho'}\right) ds + \left[\left(1 - \frac{a}{R} - \frac{c^2}{\rho^2}\right)\frac{1}{\rho} + \left(1 - \frac{a'}{R} - \frac{c'^2}{\rho'^2}\right)\frac{1}{\rho'}\right]\frac{ds^2}{2}.$$

» Le coefficient de ds est nul identiquement, car il équivaut à $\cos\gamma + \cos\gamma' = o$.

» Remplaçant c^2 et c'^2 respectivement par $\rho^2\cos^2\gamma$, $\rho'^2\cos^2\gamma'$, il vient finalement

$$(3) \qquad (R\sin^2\gamma - a)\rho' + (R\sin^2\gamma - a')\rho = o.$$

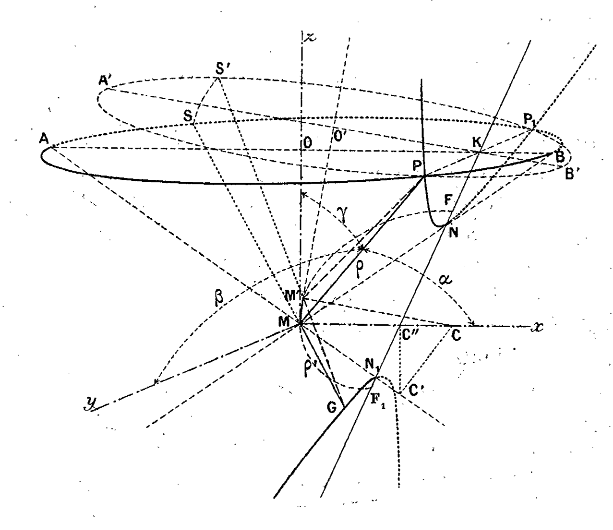
» Telle est l'équation polaire de la caustique, tracée sur le cône de révolution $MAPBP_1$,

$$(4) \qquad z' = \rho'\cos\gamma';$$

ρ' représente le rayon vecteur MG et a' sa projection sur l'axe des x ($a' = x'$).

» Substituant la valeur de ρ' (4) et de $a' = x'$, l'équation devient linéaire en x' et z', et représente un plan : la caustique cherchée est donc une section du cône (4) par un plan normal aux xz. L'équation est satisfaite par les coordonnées du point lumineux P et par celles du point C″ ($x' = R\sin^2\gamma$, $y' = o$, $z' = o$) conformément à l'énoncé.

» La symétrie de l'équation (3) prouve que les points P et G sont sur la même conique. L'équation (3) est de la forme $\rho' = Ax' + B$; elle conserverait la même forme si l'on faisait tourner le plan des xy de manière à le rendre parallèle au plan de la conique : le point M étant tel que sa distance à un point quelconque de la conique est fonction linéaire de l'abcisse, ce point est sur la focale réciproque de la conique.



» *Surface anticaustique ou surface de l'onde réfléchie.* — Dans la théorie des ondes, le problème revêt un autre aspect. La surface d'onde, après réflexion, étant normale à tous les rayons réfléchis, la caustique cherchée est le lieu des points de concours des normales qui peuvent se rencontrer,

c'est-à-dire le lieu des centres de courbure principaux de la surface; on est donc conduit à déterminer les lignes de courbure de la surface d'onde. Ce problème, complexe en général, est ici particulièrement simple.

» En effet, tous les rayons réfléchis sur l'arc MM', en un même point M, forment un cône ayant ce point pour sommet, pour axe de révolution, la tangente MOz en ce point; il a donc pour base le cercle $APBP_1$, normal à la tangente MOz, passant par le point lumineux P et son symétrique P_1. Ce cercle est une ligne de courbure de la surface d'onde puisque le long de ce cercle les normales se rencontrent au point M.

» De même le point infiniment voisin M' est le sommet d'un cône de révolution autour de la tangente M'O', dont le cercle de base $A'PB'P_1$ est aussi une ligne de courbure. La surface d'onde, lieu de ces cercles, est évidemment l'enveloppe d'une sphère qui passe par les points PP_1, et dont le centre se meut sur l'arc MM'. Les cercles de contact forment le premier système de lignes de courbure : le lieu des centres de courbure correspondants (lieu du sommet des cônes), coïncidant ici avec l'arc MM', ne fournit pas la caustique demandée : c'est donc le deuxième système qui doit la donner.

» On aura un élément de ligne de courbure du deuxième système en un point S de la surface, en menant un arc SS' coupant à angle droit les deux cercles infiniment voisins $SAPBP_1$, $S'A'PB'P_1$. La normale en S (rayon SM) et la normale en S' (rayon S'M') se rencontrent nécessairement en un point G appartenant à la caustique cherchée.

» Mais ce point G fait partie de la ligne d'intersection des deux cônes de révolution infiniment voisins $MSAPBP_1$, $M'S'A'PB'P_1$: la caustique demandée est donc la ligne de contact avec son enveloppe du cône passant par PP_1, dont le sommet se meut sur MM' et qui est de révolution autour de la tangente au sommet. On peut déterminer directement cette ligne de contact par un calcul un peu long, mais facile; c'est même ainsi que j'ai obtenu pour la première fois ces résultats.

» Mais on voit immédiatement que cette ligne de contact est une section plane du cône, si l'on a égard au théorème suivant :

» *Le lieu des sommets de tous les cônes de révolution ayant pour base une conique donnée est la conique focale conjuguée : la tangente en chaque point de cette dernière est l'axe de révolution du cône correspondant.*

» D'où il résulte, par identification, que la ligne G est une section plane du cône $SAPBP_1$ qui passe par PP_1 et par les foyers NN_1 d'une conique dont MM' est un élément, MC la normale en M et C le centre de courbure. La détermination du point C'', qui définit l'orientation de la section plane du cône, reproduit, en ordre inverse, la construction du centre de courbure C en un point M d'une conique dont on connaît les foyers NN_1.

» On retrouve ainsi, par une voie différente, tous les résultats précédents.

» *La surface anticaustique est une portion de cyclide de Dupin.* — Il résulte de ces considérations que la surface normale aux rayons réfléchis sur l'élément MM' et les comprenant tous est le double onglet $PASP_1S'A'P$,

$PBP_1B'P$ qui coïncide avec une portion de *cyclide de Dupin* (¹); on reconnaît, en effet, l'une des générations de cette surface (enveloppe d'une sphère normale au plan d'une conique, dont le centre se meut sur cette conique et qui passe par un point fixe extérieur).

» La cyclide entière correspondrait à la conique complète dont l'arc MM' fait partie et qui a pour foyers les sommets NN_1 de la caustique; elle est donc la transformée de l'onde sphérique après réflexion sur cette conique $F_1MM'F$.

» On déduit, des propriétés de réciprocité des deux coniques conjuguées, une autre définition de la cyclide de Dupin : c'est la surface normale à toutes les droites s'appuyant sur deux coniques focales réciproques. Il existe ainsi, pour deux focales données, une infinité de cyclides parallèles qui représentent les formes successives de l'onde dans sa propagation (cyclides confocales) (²).

VÉRIFICATIONS EXPÉRIMENTALES.

» On peut réaliser expérimentalement, d'une manière très approchée, les conditions géométriques indiquées ci-dessus et observer les phénomènes optiques prévus par la théorie. L'arc infiniment petit MM' est réalisé par un trait courbe, aussi fin que possible, tracé sur une surface polie, courbe ou plane, opaque ou mieux transparente, ou encore plus simplement par un fil fin et poli. Comme point lumineux, on adopte le foyer d'un faisceau intense, réfracté par une lentille convergente ou réfléchi par un miroir concave.

» *Caustiques réelles et virtuelles; leur interversion.* — L'expression (3) qui donne $\rho' = MG$, distance à l'arc du point de la caustique dont l'abscisse est a', peut se mettre sous la forme simple

$$(5) \qquad \frac{\rho'}{\rho} = \frac{D - a'}{a - D} \qquad \text{en posant } D = R\sin^2\gamma.$$

(¹) *Correspondance sur l'École Polytechnique*, t. I, p. 22. — DUPIN, *Applications de Géométrie et de Mécanique*, p. 200 et suiv.

(²) Maxwell (*The quarterly Journal of pure and applied Mathematics*, n° 34; 1867) a démontré directement, pour la cyclide, ces propriétés caractéristiques d'une surface d'onde lumineuse, mais sans examiner si cette forme d'onde est physiquement réalisable. Ce résultat abstrait n'était pas de nature à attirer l'attention des Physiciens; aussi est-il resté sans application optique jusqu'ici, même dans le *Treatise on geometrical Optics* de R.-S. Heath, bien qu'il y figure à titre d'exercice, p. 193, ainsi que je l'ai reconnu tout récemment. — Voir également DARBOUX, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 266.

» Elle fournit la grandeur et le signe de ρ', car D est la longueur MC″, a l'abscisse et ρ la distance MP du point lumineux.

» Lorsque ρ' est positif comme ρ, la caustique est *réelle;* si ρ' est négatif, elle est *virtuelle;* on voit qu'en changeant le signe de ρ on change celui de ρ'; la courbe réelle devient donc virtuelle et réciproquement. Or ρ est positif quand le point P *envoie* sur MM′ des rayons *divergents;* négatif, quand il *reçoit* des rayons *convergents.* C'est précisément ce que réalise à volonté le dispositif décrit ci-dessus comme source lumineuse, selon que le faisceau convergent rencontre l'arc MM′ *après* ou *avant* le point de concours P. On peut donc toujours convertir une caustique virtuelle en une caustique réelle, c'est-à-dire la transformer en une ligne lumineuse *aérienne,* qu'on observe aisément à l'aide d'un oculaire à court foyer; on détermine ainsi la position de cette ligne et son orientation.

» Je n'insisterai pas sur ce mode d'observation un peu délicat, par suite du peu de lumière diffractée ou réfléchie par un trait unique; il sera mieux à sa place dans l'étude expérimentale des images astigmatiques des réseaux, où la multiplication des traits augmente l'éclat des images dans une proportion considérable.

» *Observation par projection de la caustique.* — Je me bornerai à indiquer ici un mode de vérification, moins rigoureux, il est vrai, mais qui a l'avantage, en opérant par projection, de donner l'ensemble de la caustique, de montrer qu'elle est plane et de mettre en évidence, même dans le cas général, les propriétés focales conjuguées des différents points d'une même ligne.

» On choisit un fil d'acier bien poli (une aiguille à tricoter de 1^{mm} de diamètre, par exemple); on le courbe circulairement suivant un rayon de 10 à 15^{cm}, en le fixant sur une lame rigide, convenablement évidée. On mesure optiquement le rayon de courbure de l'arc utilisé (1 à 2^{cm}) en observant l'image réelle d'un faisceau solaire direct, réfléchi normalement dans le plan de cet arc. L'image focale linéaire, perpendiculaire au plan de l'arc, est située à la distance $\rho' = \frac{1}{2}R$, ainsi qu'on le vérifie en faisant, dans l'expression (3), $a = \rho = \infty$, $a' = \rho'$, $\gamma = 90°$.

» On se donne à volonté les coordonnées a, b, c du point lumineux, par suite ρ et γ, car $c = \rho \cos\gamma$ et $R \sin^2\gamma = MC''$. L'orientation théorique du plan de la caustique et la forme de la courbe sont ainsi entièrement définies : on peut donc tracer l'épure de la conique sur un carton blanc puisqu'on en connaît les deux sommets N, N_1, par suite le grand axe 2α et un point P de la courbe; une construction facile [1] donne le

---

[1] De l'équation

$$\frac{x^2}{\alpha^2} - \frac{y^2}{\beta^2} = 1$$

petit axe 2β, ce qui permet de tracer la courbe par points. Enfin on fixe ce carton normalement au plan de l'arc réfléchissant dans la position correspondant aux données, par exemple à celle de la figure ci-dessus.

» Alors on perce au point P un trou d'aiguille et l'on y dirige dans le sens PM un faisceau convergent : on voit aussitôt apparaître une ligne brillante très fine, GN_1, qui suit le tracé de la branche d'hyperbole prévue par la théorie. La branche PNP_1 est au contraire virtuelle et invisible; pour la faire apparaître, on renverse le sens de la marche de la lumière; à cet effet, on dispose le faisceau convergent de manière à frapper l'arc réfléchissant MM' avant de concourir en P. La branche PNP_1 est alors seule visible; l'autre, devenue virtuelle, disparaît.

» Pour vérifier la relation de focalité conjuguée qui existe entre les points des deux branches de l'hyperbole, il suffit de percer des trous d'aiguille sur l'une de ces branches et d'opérer comme précédemment. Si la source lumineuse est divergente, c'est l'autre branche qui apparaît seule comme ligne réelle; si la source est convergente, c'est l'inverse.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un petit modèle réalisant la description précédente; comme disposition particulièrement commode, le système, formé de l'arc réfléchissant et du carton-épure, est mobile autour d'un axe tangent à l'arc, de manière à conserver l'incidence constante ($\gamma = \text{const.}$); l'axe du faisceau lumineux est ainsi toujours dirigé suivant une génératrice du cône $MAPBP_1$; cela permet de prendre à volonté comme point lumineux un point quelconque de la section conique, sans changer la direction du faisceau incident.

» Ce qui précède suffit pour montrer qu'on peut varier l'expérience de bien des manières, obtenir comme caustique réelle la parabole, l'ellipse et même le cercle (courbure nulle de l'arc, faisceau convergent) : cette dernière expérience, très simple, peut s'improviser avec une lentille concentrant un rayon de soleil sur un carton blanc horizontal sur lequel est piquée verticalement une aiguille à coudre.

» Dans une prochaine Communication, je donnerai l'extension de cette théorie à l'explication des images focales astigmatiques dans les réseaux, ainsi que le résumé des mesures numériques qui la vérifient. »

---

on tire

$$\beta = \alpha \frac{y}{\sqrt{(x-\alpha)(x+\alpha)}}.$$

β est la moyenne géométrique des deux segments déterminés sur la perpendiculaire élevée sur l'axe 2α au centre de la conique (ellipse aussi bien qu'hyperbole) en joignant l'extrémité de l'ordonnée y (P) aux deux sommets (N, N_1).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la formation des carbures d'hydrogène gazeux et liquides par l'action de l'eau sur les carbures métalliques. Classification des carbures.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Les combinaisons définies et cristallisées du carbone avec les métalloïdes et les métaux étaient très peu connues jusqu'ici.

» On savait depuis longtemps que certains métaux, tels que le fer, pouvaient dissoudre du carbone et donner des fontes.

» Les connaissances des chimistes sur ce point étaient peu étendues parce que ces combinaisons ne se produisent qu'à une température très élevée. L'application que j'ai faite de l'arc électrique comme moyen de chauffage d'un appareil de laboratoire m'a permis d'aborder cette question. Je résumerai l'ensemble de mes recherches dans cette Note.

» A la haute température du four électrique, un certain nombre de métaux, tels que l'or, le bismuth et l'étain, ne dissolvent pas de carbone.

» Le cuivre liquide n'en prend qu'une très petite quantité, suffisante déjà pour changer ses propriétés et modifier profondément sa malléabilité.

» L'argent, à sa température d'ébullition, dissout une petite quantité de charbon qu'il abandonne ensuite par refroidissement sous forme de graphite.

» Cette fonte d'argent, obtenue à très haute température, présente une propriété curieuse : celle d'augmenter de volume en passant de l'état liquide à l'état solide. Ce phénomène est analogue à celui que nous rencontrons dans le fer.

» L'argent et le fer purs diminuent de volume en passant de l'état liquide à l'état solide. Au contraire, la fonte de fer et la fonte d'argent dans les mêmes circonstances augmenteront de volume.

» L'aluminium possède des propriétés identiques.

» Les métaux du platine, à leur température d'ébullition, dissolvent le carbone avec facilité et l'abandonnent sous forme de graphite avant leur solidification. Ce graphite est foisonnant.

» Un grand nombre de métaux vont, au contraire, à la température du four électrique, produire des composés définis et cristallisés.

» Par l'action des métaux alcalins sur un courant de gaz acétylène, M. Berthelot a préparé les carbures de potassium (¹) et de sodium.

(¹) Berthelot, *Sur une nouvelle classe de radicaux métalliques composés* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. IX, p. 384; 1866).

» En chauffant un mélange de lithine ou de carbonate de lithine et de charbon dans mon four électrique, j'ai pu obtenir avec facilité le carbure de lithium en cristaux transparents, dégageant par kilogramme 587^{lit} de gaz acétylène pur.

» De même, en chauffant dans mon four électrique un mélange d'oxyde et de charbon, j'ai pu, le premier, obtenir par une méthode générale, à l'état pur et cristallisé et par notables quantités, les carbures de calcium (1), de baryum et de strontium.

» Tous ces carbures se détruisent au contact de l'eau froide avec dégagement d'acétylène. La réaction est complète, le gaz obtenu est absolument pur. Les trois carbures alcalino-terreux répondent à la formule C^2R et le carbure de lithium à la formule C^2Li^2.

» La préparation industrielle de l'acétylène est fondée sur cette réaction.

» Un autre type de carbure cristallisé en lamelles hexagonales, transparentes, de 1^{cm} de diamètre, nous est fourni par l'aluminium. Ce métal, fortement chauffé au four électrique, en présence de charbon, se remplit de lamelles jaunes de carbure, que l'on peut isoler par un traitement assez délicat au moyen d'une solution d'acide chlorhydrique étendu, refroidie à la température de la glace fondante.

» Ce carbure métallique est décomposé par l'eau, à la température ordinaire, en fournissant de l'alumine et du gaz méthane pur. Il répond à la formule C^3Al^4.

» M. Lebeau a obtenu, dans les mêmes conditions, le carbure de glucinium qui, lui aussi, fournit à froid, avec l'eau, un dégagement de méthane pur.

» Les métaux de la cérite vont nous donner des carbures cristallisés, dont la formule sera semblable à celle des carbures alcalino-terreux C^2R.

» Nous avons étudié spécialement la décomposition par l'eau des carbures de cérium C^2Ce, de lanthane C^2La, d'yttrium C^2Yt et de thorium C^2Th (2).

» Tous ces corps décomposent l'eau et fournissent un mélange gazeux,

---

(1) Le carbure de calcium avait été obtenu auparavant à l'état de poudre noire, amorphe et impure. Sans faire l'historique de la question, je rappellerai les différentes préparations de Wœhler, de M. Maquenne et de M. Travers.

(2) Moissan et Étard, *Sur les carbures d'yttrium et de thorium* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 573).

riche en acétylène et contenant du méthane. Avec le carbure de thorium, l'acétylène diminue et le méthane augmente.

» Toutes les expériences entreprises sur le fer ne nous ont jamais donné de composés cristallisés. A la pression ordinaire et à haute température, le fer n'a pas fourni de combinaison définie.

» On sait depuis longtemps, grâce aux recherches de MM. Troost et Hautefeuille, que le manganèse produit un carbure CMn^3. Ce carbure peut être préparé avec la plus grande facilité au four électrique et, au contact de l'eau froide, il se décompose, en donnant un mélange à volumes égaux de méthane et d'hydrogène.

» Le carbure d'uranium C^3Ur^2, que j'ai obtenu par les mêmes procédés, m'a présenté une réaction plus complexe. Ce carbure, très bien cristallisé et transparent lorsqu'il est en lamelles très minces, se détruit au contact de l'eau et fournit un mélange gazeux qui contient une grande quantité de méthane, de l'hydrogène et de l'éthylène.

» Mais le fait le plus intéressant présenté par ce carbure est le suivant : L'action de l'eau froide ne dégage pas seulement des carbures gazeux; il se produit en abondance des carbures liquides et solides. Les deux tiers du carbone de ce composé se retrouvent sous cette forme.

» Les carbures de cérium et de lanthane, par leur décomposition par l'eau, nous ont fourni de même, bien qu'en quantité moindre, des carbures liquides et solides.

» L'ensemble de ces carbures décomposables par l'eau à la température ordinaire, avec production d'hydrogènes carbonés, constitue une première classe de composés de la famille des carbures métalliques.

» La deuxième classe sera formée par des carbures ne décomposant pas l'eau à la température ordinaire, tels que les carbures de molybdène CMo^2, de tungstène CTg^2, de chrome CCr^4 et C^2Cr^3.

» Ces derniers composés sont cristallisés, non transparents, à reflets métalliques. Ils possèdent une grande dureté et ne fondent qu'à une température très élevée. Nous avons pu les préparer tous au four électrique et nous avons donné le détail de ces expériences, ainsi que toutes les analyses, dans une série de Notes publiées aux *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences.

» Les métalloïdes vont nous fournir aussi avec le carbone, à la température du four électrique, des composés cristallisés et définis. Nous citerons, par exemple, le carbure de silicium CSi, découvert par M. Acheson et préparé aujourd'hui dans l'industrie sous le nom de *carborundum;* le

carbure de titane CTi, dont la dureté est assez grande pour permettre de tailler le diamant tendre; le carbure de zirconium CZr [1]; le carbure de vanadium CVa.

» Un fait général se dégage des nombreuses recherches que j'ai entreprises au four électrique. Les composés qui se produisent à haute température sont toujours de formule très simple et, le plus souvent, il n'existe qu'une seule combinaison.

» La réaction qui nous a paru la plus curieuse dans ces recherches est la production facile de carbures d'hydrogène gazeux, liquides ou solides, par l'action de l'eau froide sur certains de ces carbures métalliques. Il nous a semblé que ces études pouvaient avoir quelque intérêt pour les géologues.

» Les dégagements de méthane, plus ou moins pur, qui se rencontrent dans certains terrains, et qui durent depuis des siècles, pourraient avoir pour origine l'action de l'eau sur le carbure d'aluminium.

» Une réaction du même ordre peut expliquer la formation des carbures liquides.

» On sait que les théories relatives à la formation des pétroles sont les suivantes : 1° production par la décomposition des matières organiques animales ou végétales; 2° formation des pétroles par réactions purement chimiques; théorie émise, pour la première fois, par M. Berthelot [2] et qui a fait le sujet d'une importante publication de M. Mendeleef; 3° production des pétroles par suite de phénomènes volcaniques, hypothèse indiquée par de Humboldt dès 1804.

» En partant de 4^{kg} de carbure d'uranium, nous avons obtenu, dans une seule expérience, plus de 100^{gr} de carbures liquides.

» Le mélange ainsi obtenu est formé, en grande partie, de carbures éthyléniques et en petite quantité de carbures acétyléniques et de carbures saturés. Ces carbures prennent naissance en présence d'une forte proportion de méthane et d'hydrogène, à la pression et à la température ordinaire, ce qui nous amène à penser que, lorsque la décomposition se fera à température élevée, il se produira des carbures saturés analogues aux pétroles.

---

(1) MOISSAN et LENGFELD, *Sur un nouveau carbure de zirconium* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 651).

(2) BERTHELOT, *Sur l'origine des carbures et des combustibles minéraux* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. IX, p. 481; 1866).

» M. Berthelot a établi, en effet, que la fixation directe de l'hydrogène sur un carbure non saturé, pouvait être produite par l'action seule de la chaleur.

» L'existence de ces nouveaux carbures métalliques, destructibles par l'eau, peut donc modifier les idées théoriques qui ont été données jusqu'ici pour expliquer la formation des pétroles.

» Il est bien certain que nous devons nous mettre en garde contre des généralisations trop hâtives.

» Vraisemblablement, il existe des pétroles d'origines différentes. A Autun, par exemple, les schistes bitumineux paraissent bien avoir été produits par la décomposition de matières organiques.

» Au contraire, dans la Limagne, l'asphalte imprègne toutes les fissures du calcaire d'eau douce aquitanien, qui est bien pauvre en fossiles. Cet asphalte est en relation directe avec les filons de pépérite (tufs basaltiques), par conséquent en relation évidente, avec les éruptions volcaniques de la Limagne.

» Un sondage récent fait à Riom, à 1200^{m} de profondeur, a amené l'écoulement de quelques litres de pétrole. La formation de ce carbure liquide pourrait, dans ce terrain, être attribuée à l'action de l'eau sur les carbures métalliques.

» Nous avons démontré, à propos du carbure de calcium, dans quelles conditions ce composé peut se brûler et donner de l'acide carbonique.

» Il est vraisemblable que, dans les premières périodes géologiques de la Terre, la presque totalité du carbone se trouvait sous forme de carbures métalliques. Lorsque l'eau est intervenue dans les réactions, les carbures métalliques ont donné des carbures d'hydrogène et ces derniers, par oxydation, de l'acide carbonique.

» On pourrait peut-être trouver un exemple de cette réaction dans les environs de Saint-Nectaire. Les granits qui forment, en cet endroit, la bordure du bassin tertiaire, laissent échapper d'une façon continue et en grande quantité du gaz acide carbonique.

» Nous estimons aussi que certains phénomènes volcaniques pourraient être attribués à l'action de l'eau sur des carbures métalliques facilement décomposables.

» Tous les géologues savent que la dernière manifestation d'un centre volcanique consiste dans des émanations carburées très variées, allant de l'asphalte et du pétrole au terme ultime de toute oxydation, à l'acide carbonique.

» Un mouvement du sol mettant en présence l'eau et les carbures métalliques peut produire un dégagement violent de masses gazeuses. En même temps que la température s'élève, les phénomènes de polymérisation des carbures interviennent pour fournir toute une série de produits complexes.

» Les composés hydrogénés du carbone peuvent donc se produire tout d'abord. Les phénomènes d'oxydation apparaissent ensuite et viennent compliquer les réactions. En certains endroits, une fissure volcanique peut agir comme une puissante cheminée d'appel. On sait que la nature des gaz recueillis dans les fumerolles varie, suivant que l'appareil volcanique est immergé dans l'Océan, ou baigné par l'air atmosphérique. A Santorin, par exemple, M. Fouqué a recueilli de l'hydrogène libre dans les bouches volcaniques immergées, tandis qu'il n'a rencontré que de la vapeur d'eau dans les fissures aériennes.

» L'existence de ces carbures métalliques, si faciles à préparer aux hautes températures et qui vraisemblablement doivent se rencontrer dans les masses profondes du globe (¹), permettrait donc d'expliquer, dans quelques cas, la formation des carbures d'hydrogène gazeux liquides ou solides et pourrait être la cause de certaines éruptions volcaniques. »

Note de M. **Armand Gautier** *accompagnant la présentation de son Ouvrage sur* Les toxines microbiennes et animales.

« L'Ouvrage dont j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le premier exemplaire a pour titre : *Les toxines microbiennes et animales.*

» Les *toxines* sont ces poisons sécrétés par les microbes ou formés par l'économie animale, qui, portés dans nos organes ou incomplètement éliminés, provoquent l'état pathologique et entraînent des modifications profondes et souvent durables de la nutrition et de la vitalité des cellules.

» Ces toxines sont de trois espèces : *a.* Les *ptomaïnes,* poisons alcaloïdiques définis formés par les microbes ; *b.* Les *leucomaïnes,* substances basiques et définies comme les précédentes, mais qui se forment dans nos organes mêmes, grâce au fonctionnement régulier de la vie ; *c.* Les *toxines proprement dites,* poisons albuminoïdes ou de nature chimique indéter-

(¹) La différence entre la densité moyenne de la Terre et celle de la couche superficielle semble indiquer l'existence d'une masse centrale riche en métal.

minée, jouant en général le rôle de ferments d'une surprenante activité. Elles sont sécrétées par les microbes pathogènes, aussi bien que par les animaux venimeux et par certaines plantes. Elles forment la partie essentiellement nuisible des virus et des venins.

» L'étude successive et détaillée de ces trois ordres de poisons forme les divisions principales de cet Ouvrage.

» A côté des toxines microbiennes, je décris les ferments solubles animaux et végétaux, les sécrétions glandulaires spécifiques, ainsi que ces curieuses *antitoxines* que produit l'organisme vivant lorsqu'il réagit et se défend contre les atteintes de ces dangereux agents. Ce sont ces antitoxines qu'utilise aujourd'hui la *sérothérapie*.

» Au moment où il vient d'être reconnu que les causes directes de la maladie et du retour à la santé résident dans l'action des poisons, ferments et contrepoisons sécrétés par les microbes ou par l'organisme lui-même, il était naturel de se demander ce que sont ces *toxines*, ces *ferments* et ces *antitoxines*, de les décrire et d'essayer de se rendre compte de leur nature intime. C'est ce que j'ai tenté de faire dans l'Ouvrage que je publie.

» Depuis que j'obtenais les premières ptomaïnes définies, en 1873, et les leucomaïnes dix ans après, l'histoire des poisons microbiens et animaux, des venins, des vaccins, des sécrétions internes des glandes closes, des ferments de l'organisme, s'est enrichie de bien des découvertes et a soulevé et soulève bien des problèmes qui ont reçu, en partie, d'utiles et brillantes solutions. Je les résume dans les 600 pages de ce Livre. Il contient un grand nombre de résultats encore inédits tirés de mes travaux personnels sur ces sujets que j'étudie depuis vingt-cinq ans. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (13 *avril* 1896) *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart et F. Courty. Note de M. G. Rayet.

COMÈTE SWIFT (13 avril 1896).

Dates 1896.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	$\Delta\alpha$ comète.	$\Delta\mathcal{P}$ comète.	Observateur.
		h m s	m s		
Avril 26......	1	11.24.21,44	−2.28,12	+ 5′. 8″,36	G. Rayet
27......	2	10.57.51,62	+1.43,44	+ 2.43,73	G. Rayet
28......	3	11. 7.13,13	+1.29,34	+ 0.54,70	L. Picart
30......	4	11.28.13,74	−2.47,52	− 1.51,27	F. Courty
Mai 2......	5	11.32.30,79	+3. 7,89	+ 4. 0,56	G. Rayet

Dates 1896.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔⱣ comète.	Observateur.
		h m s	m s		
3......	6	11.27.50,27	+3.21,65	— 5′.34″,31	G. Rayet
4......	7	11.35.48,84	+4.28,03	— 2.37,26	G. Rayet
4......	8	12. 0.52,03	+1.50,12	— 5. 1,68	G. Rayet
Juin 1.....	9	15. 9.13,19	—4.15,66	+ 4.26,20	G. Rayet
3......	10	15. 4.20,03	—6. 2,58	— 1.32,92	G. Rayet
5......	11	14.33. 5,63	—4. 5,14	+ 0.57,62	L. Picart
12......	12	16.26.11,21	—4.46,44	+ 5.22,25	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	Rumker.855	3.21.31,07	—0,19	46.35.27,2	—10,00
2..	½[Argelander-Oeltzen, 3666. — A.G.Z. Bonn. 2781]	3.13.20,34	—0,29	44.12.41,9	— 9,73
3..	½[Bonn., t. VI, + 47°, 794. — A.G.Z. Bonn., 2730]	3. 9.21,35	—0,37	42. 6.13,2	— 9,57
4..	½[Argelander-Oeltzen, 3514. — A.G.Z. Cambridge, 1405]	3. 4.13,12	—0,53	38.13.49,5	— 9,31
5..	D.M +. 55°, 721	2.47.42,34	—0,76	34.42.32,8	— 8,18
6..	½[Groombridge, 556. — A.G.Z. Helsingfors, 2532]	2.41.50,56	—0,85	33.21. 3,9	— 7,66
7..	½[Argelander-Oeltzen, 3029. A.G.Z. Helsingfors, 2440]	2.34.46,26	—0,96	31.52.23,2	— 7,01
8..	A.G.Z. Helsingfors-Gotha, 2480	2.37.18,26	—0,95	31.53.25,0	— 7,23
9..	Bonn., t. VI. +72°. 1107	23.27.30,65	—0,81	17.17.38,6	+ 9,81
10..	Bonn., t. VI. +72°. 1099	23.15.53,54	—0,54	17.15.50,3	+ 9,86
11..	Bonn., t. VI. +72°. 1083	23. 0.43,15	—0,23	17. 8.50,6	+10,35
12..	Bonn., t. VI. +72°. 1026	22.15.43,63	+0,84	17.15.59,6	+10,73

Positions apparentes de la comète Swift (13 *avril* 1896).

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Avril 26.....	9. 3. 5,8	3.19. 2,76	$+\bar{1},695$	46°.40′.25″,6	—0,832
27.....	8.32.34,6	3.15. 3,49	$+\bar{1},737$	44.15.15,9	—0,801
28.....	8.38. 0,7	3.10.50,30	$+\bar{1},740$	42. 6.58,2	—0,810
30.....	8.51. 4,0	3. 1.25,07	$+\bar{1},739$	38.11.48,9	—0,835
Mai 2.....	8.47.28,5	2.50.49,47	$+\bar{1},751$	34.46.25,2	—0,841
3.....	8.38.52,9	2.45.11,36	$+\bar{1},768$	33.15.22,0	—0,835

Dates 1896.		Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
		h m s	h m s		° ′ ″	
Mai	4.....	8.42.54,2	2.39.13,33	$+\bar{1},756$	31.49.38,9	$-0,848$
	4.....	9. 7.53,3	2.39. 7,43	$+\bar{1},707$	31.48.16,1	$-0,872$
Juin	1.....	10.25.38,1	23.23.14,18	$-0,071$	17.22.14,6	$+0,167$
	3.....	10.12.53,9	23. 9.50,42	$-0,084$	17.14.27,2	$+0,116$
	5.....	9.33.52,8	22.56.37,75	$-0,063$	17. 9.58,5	$+0,234$
	12.....	10.59. 8,5	22.10.58,03	$-0,149$	18.21.32,5	$+0,354$

» Ces observations font suite à celles publiées dans les *Comptes rendus* du 27 avril.

» Le 12 juin la comète est très faible; il n'y a pas d'espoir de la retrouver de nouveau à la nouvelle Lune prochaine. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Cayley*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 33,

M. Gill obtient. . . . . 33 suffrages.

M. **Gill**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Un Mémoire de M. **J. Miffre** « Sur un nouveau système astronomique », adressé à l'Académie le 24 février 1896 et une Note additionnelle à ce Mémoire, du 30 mars 1896, sont renvoyés à l'examen de MM. Faye, Tisserand, Lœwy.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros de la fonction* $\zeta(s)$ *de Riemann.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Appell.

« On sait que la fonction $\zeta(s)$ ne s'annule pour aucune valeur de s ayant sa partie réelle supérieure à 1, ainsi que cela se voit par l'expression

$$(1)\qquad \log\zeta(s) = -\sum_p \log(1-p^{-s}) \qquad \text{(logarithmes naturels)},$$

où p représente successivement tous les nombres premiers. Stieltjes avait démontré que tous les zéros imaginaires de $\zeta(s)$ sont (conformément aux prévisions de Riemann) de la forme $\frac{1}{2}+ti$, t étant réel; mais sa démonstration n'a jamais été publiée. Je me propose simplement de faire voir que $\zeta(s)$ ne saurait avoir de zéro dont la partie réelle soit *égale* à 1.

» Pour cela, remarquons d'abord que $\zeta(s)$ admet pour pôle simple le point $s=1$. L'expression (1) pouvant, à une quantité finie près, se remplacer par $S=\sum_p p^{-s}$, nous voyons que celle-ci ne diffère de $-\log(s-1)$ que par une une quantité qui reste finie lorsque s tend vers 1.

» Remplaçons maintenant s par $s+ti$. Si le point $s=1+ti$ était un zéro de $\zeta(s)$, la partie réelle de $\log\zeta(s+ti)$, c'est-à-dire à une quantité finie près, l'expression

$$(2) \qquad P=\sum_p p^{-s}\cos(t\log p)$$

devrait augmenter indéfiniment par valeurs négatives comme $\log(s-1)$, *c'est-à-dire comme* $-S$, lorsque s tendrait vers 1 par valeurs supérieures, t restant fixe. Soit alors α un angle choisi aussi petit qu'on le veut. Dans les sommes S_n, P_n, formées respectivement avec les n premiers termes des séries S, P, distinguons deux parties : 1° les termes correspondant aux nombres p qui vérifient l'une des doubles inégalités

$$(3) \qquad \frac{(2k+1)\pi-\alpha}{t}<\log p<\frac{(2k+1)\pi+\alpha}{t} \qquad (k=1,2,\ldots,\infty),$$

ces termes donneront, dans les sommes S_n, P_n, les parties S'_n, P'_n;

» 2° Les termes correspondant aux nombres p qui ne vérifient la double inégalité (3) pour aucune valeur de k et qui donneront les sommes S''_n, P''_n.

» Pour une valeur déterminée de s, le rapport $\rho_n=\frac{S'_n}{S_n}$ a, lorsque n augmente indéfiniment, soit une limite, soit des limites d'oscillation.

» *Si l'équation* $\zeta(1+ti)=0$ *avait lieu, cette ou ces limites devraient tendre vers* 1 *avec* s. Autrement dit, ρ étant un nombre quelconque inférieur à 1, on pourrait prendre s assez voisin de 1 pour que l'inégalité

$$(4) \qquad \rho_n>\rho$$

fût vérifiée à partir d'un certain rang.

» En effet, les inégalités évidentes

$$P'_n > - S'_n, \qquad P''_n > - S''_n \cos\alpha$$

donnent

$$P_n > - S_n[\rho_n + (1 - \rho_n)\cos\alpha].$$

» Si $\rho_n < \rho$, le second facteur du second membre est plus petit que le nombre fixe $\rho + (1 - \rho)\cos\alpha = \theta$, qui est plus petit que 1. Si cela avait lieu pour une infinité de valeurs de n, on pourrait passer à la limite et écrire $P > - \theta S$. Or, ceci est contradictoire avec l'hypothèse, ainsi que nous l'avons remarqué tout d'abord.

» Cela posé, changeons t en $2t$ dans la série (2), et soient Q, Q_n, Q'_n, Q''_n ce que deviennent, dans ces nouvelles conditions, P, P_n, P'_n, P''_n. On a, cette fois, $Q'_n > S'_n \cos 2\alpha$, $Q''_n > - S'_n$ et, par suite, $Q_n > S_n[\rho_n \cos 2\alpha - (1 - \rho_n)]$. Si $1 + ti$ était un zéro de $\zeta(s)$, on pourrait prendre $\rho_n > \rho > \frac{1}{1 + \cos 2\alpha}$ et, en passant à la limite pour $n = \infty$, on aurait $Q > S[\rho(1 + \cos 2\alpha) - 1]$. La partie réelle Q de $\log\zeta(s + 2ti)$ augmenterait donc indéfiniment *par valeurs positives* et le point d'affixe $1 + 2ti$ serait pour $\zeta(s)$ un infini, ce qui n'est pas. C. Q. F. D.

» Le résultat précédent suffit pour démontrer les résultats d'Halphen et de Stieltjes que M. Cahen avait établis dans sa Thèse [*Sur la fonction* $\zeta(s)$ *de Riemann et sur des fonctions analogues* (*Ann. Éc. Norm. sup.*, 1894)] en supposant prouvée la réalité des racines de $\zeta\left(\frac{1}{2} + ti\right)$. A cet effet, on considérera, non pas la fonction $\psi(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_{a-\infty i}^{a+\infty i} \frac{x^z}{z}\frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)}dz$ envisagée par cet auteur, mais la fonction analogue $\psi_h(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_{a-\infty i}^{a+\infty i} \frac{x^z}{z^h}\frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)}dz$, où h est un entier plus grand que 1; fonction qui est égale à la somme

$$(5) \qquad \frac{1}{(h-1)!}\sum_{p,}\sum_{k} \log p \log^{h-1}\left(\frac{x}{p^k}\right) \qquad (p^k < x;\ p \text{ premier},\ k \text{ entier}).$$

Comme dans le travail de M. Cahen (Mém. cité, n° 32), nous intégrerons le long du rectangle ABCD (Mém. cité, *fig.* 11); mais nous choisirons le côté CD de manière que la somme $\sum \frac{1}{|z^h|}$ relative aux zéros de $\zeta(z)$ compris dans le rectangle (s'il y a de tels zéros) soit plus petite qu'un nombre choisi d'avance ε, ce qui est possible à cause de la convergence de la série

$\sum \frac{1}{|z^h|}$. La somme des résidus de la fonction à intégrer, relatifs aux zéros en question, sera donc inférieure à εx. Le raisonnement de l'auteur se poursuit alors sans difficulté, *mutatis mutandis,* et conduit à la conclusion que $\psi_h(x)$ est asymptotique à x. La présence des zéros de $\zeta(z)$ intérieurs au rectangle ne modifie point cette conclusion, puisqu'on a pu prendre ε aussi petit qu'on a voulu.

» Faisons $h = 2$. Dans la somme (5), les termes qui correspondent à $k > 1$ donnent une somme négligeable vis-à-vis de x, ainsi qu'il est facile de s'en assurer : on peut donc prendre

(6) $$\psi_2(x) = \sum_{p<x} \log p \log\left(\frac{x}{p}\right) = x(1 + \eta),$$

η étant aussi petit qu'on veut en valeur absolue pour x suffisamment grand. Changeons x en $x(1 + h)$ et retranchons membre à membre : il vient

(7) $$\log(1 + h) \sum \log p + \sum \log p' \log \frac{x(1 + h)}{p'} = x(h + \eta).$$

η a la même signification que tout à l'heure; p désigne successivement les nombres premiers plus petits que x; p' les nombres premiers compris entre x et $x(1 + h)$. Comme $\frac{x(1 + h)}{p'}$ est compris entre 1 et $1 + h$, on a en divisant (7) par $\log(1 + h)$

(8) $$\sum \log p < \frac{x(h + \eta)}{\log(1 + h)}$$

et, d'autre part,

$$\sum \log p + \sum \log p' > \frac{x(h + \eta)}{\log(1 + h)},$$

ce qui, en changeant de nouveau x en $x(1 + h)$, s'écrit

(9) $$\sum \log p > \frac{x(h + \eta)}{(1 + h) \log(1 + h)}.$$

» De ces deux relations, il est aisé de déduire que, pour x assez grand, $\sum \log p$ est compris entre $x(1 - \varepsilon)$ et $x(1 + \varepsilon)$. Il suffit de prendre h tel que $1 - \frac{\varepsilon}{2} < \frac{h}{(1 + h)\log(1 + h)} < \frac{h}{\log(1 + h)} < 1 + \frac{\varepsilon}{2}$, puis x assez grand pour que $|\eta| < \frac{\varepsilon}{2} \log(1 + h)$. »

OPTIQUE. — *Sur les rayons* X. Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la séance du 18 mai j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des considérations théoriques sur les radiations à longueur d'onde infiniment petite en les rapprochant des rayons X et je concluai qu'on peut expliquer le fait du différent pouvoir absorbant des corps avec la densité, en supposant que l'indice de réfraction diffère très peu de l'unité. Dans cette hypothèse la réfraction et la polarisation seront très faibles.

» Si l'on suppose au contraire λ exactement égal à zéro, la réfraction sera rigoureusement nulle, ainsi que la polarisation. Les expériences quant à présent ne sont pas nettement concluantes sur ce point. Cependant, d'après les expériences les plus précises, M. Gouy a observé de petites déviations qui, si elles étaient expliquées par la réfraction, prouvent que n diffère de l'unité de moins de $\frac{1}{2000000}$.

» J'avais écarté précédemment le cas de $\lambda = 0$, surtout parce que je ne voyais pas alors comment expliquer le fait du différent pouvoir absorbant avec la densité. Maintenant, ayant été, je le pense au moins, plus heureux, je reviens sur ce point.

» *Cas de* $\lambda = 0$. — Dans ce cas, répétons-nous, pas de réflexion régulière, pas de réfraction, pas de polarisation, pas de diffraction. Il reste à démontrer que deux autres propriétés optiques des rayons X se retrouvent théoriquement dans le cas d'une longueur d'onde nulle.

» *Dans ce cas la période de vibration est rigoureusement nulle.* — Donc, chaque molécule d'éther a un mouvement instantané et le même pendant le passage de ces radiations. *Donc le mouvement de la molécule doit être considéré comme indépendant du temps.*

» Si l'on suppose une onde plane perpendiculaire à l'axe des z, et si l'on désigne par ξ et ξ_1 les déplacements des molécules de l'éther et de la matière, P_1 étant le facteur de proportionnalité entre les forces élastiques résultantes et la différence $\xi - \xi_1$ et H_1 le facteur de proportionnalité entre les forces résultant de l'action des molécules matérielles en mouvement et les molécules en repos et les déplacements de ces molécules (d'après l'hypothèse de Helmholtz), on trouve les équations

$$(3) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2\xi}{dz^2} = P_1(\xi - \xi_1), \\ P_1(\xi - \xi_1) - H_1\xi_1 = 0, \end{cases}$$

d'où, en éliminant ξ_1, on arrive à l'équation

$$\frac{d^2\xi}{dz^2} = \mathcal{A} z, \qquad \text{avec} \qquad \mathcal{A} = P_1\left(1 - \frac{P_1}{P_1 + H_1}\right), \tag{4}$$

P_1 et H_1 étant proportionnels à la densité du corps ρ_1 ([1]). L'intégrale générale est

$$\xi = ae^{z\sqrt{\mathcal{A}}} + be^{-z\sqrt{\mathcal{A}}}.$$

Or pour $z = 0$, $\xi = \xi_0$, et pour $z = \infty$ on doit avoir $\xi = 0$, donc

$$\xi = \xi_0 e^{-z\sqrt{\mathcal{A}}}. \tag{5}$$

Le coefficient d'absorption est maintenant $\sqrt{\mathcal{A}}$. En comparant cette valeur avec celle correspondant à $\lambda > 0$, on conclut que

» 1° *Ces radiations* ($\lambda = 0$) *ont un coefficient d'absorption extrêmement petit.* — Ainsi se trouve expliquée théoriquement, *dans cette hypothèse,* la plus précieuse jusqu'à présent, au point de vue pratique, des propriétés des rayons X. De la valeur de $\mathcal{A}$ on conclut aussi que

» 2° *Toutes choses égales d'ailleurs, l'absorption augmente avec la densité.* — On voit donc qu'avec $\lambda = 0$ on a *des mouvements* possédant toutes les propriétés optiques des rayons X (supposés non réfrangibles et impolarisables). Ces mouvements doivent être assimilés *à une espèce de chocs* instantanés et infiniment rapides.

» *Cas des vibrations longitudinales.* — Quelques physiciens ont supposé que les radiations X étaient des vibrations longitudinales. L'éther est-il susceptible de les propager, *si elles prennent naissance quelque part?* Nous n'en savons rien au juste; mais de là à conclure que les radiations X sont des vibrations longitudinales, il y a très loin. En effet, ces vibrations, si elles existaient, devraient se réfracter aussi bien que les transversales; et l'on pourrait trouver pour l'indice de réfraction une formule analogue à celle pour les vibrations transversales, en prenant pour nouvelle unité V_1 la vitesse dans le vide de ces radiations. Or, dans ce cas, on trouve de nouveau $n = 1$, pour $\lambda = 0$. Le seul critérium, si les vibrations étaient transversales ($\lambda = 0$) ou longitudinales ($\lambda = 0$), serait la mesure de la vitesse de propagation. Mais, pratiquement, il serait illusoire, car la méthode de Foucault, la seule possible aux petites distances, ne leur est pas applicable, à cause de l'absence de la réflexion.

» *Conclusions.* — Si donc l'expérience démontre que la réfraction des rayons X n'est pas rigoureusement nulle, les radiations sont transversales,

---

([1]) Dans ma précédente Communication j'ai pris P_1 indépendant de ρ_1, mais la conclusion que j'en ai tirée reste la même avec P_1 proportionnel à ρ_1.

à longueur d'onde infiniment petite : ce sont des *hyper-ultra-violettes*, et les conclusions de ma Note précédente doivent être maintenues. Si, au contraire, la réfraction est absolument nulle, on doit en conclure que $\lambda = 0$, car dans ce cas aussi toutes les propriétés optiques se démontrent théoriquement; elles seront donc des *radiations limites*. Mais, cela étant démontré expérimentalement, il ne faut pas rejeter l'existence des rayons hyper-ultra-violets. Ils doivent exister. Peut-être par d'autres procédés (phosphorescence des rayons invisibles des sels d'uranium de M. H. Becquerel qui se réfractent et se polarisent), il y a émission de radiations hyper-ultra-violettes, si, je le répète, l'expérience démontre que les tubes de Crookes ne sont pas capables d'en émettre. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Procédé de desargentation électrolytique des plombs argentifères*. Note de M. **D. Tommasi**, présentée par M. Moissan.

« Le principe sur lequel est basé ce procédé consiste à électrolyser une solution plombique qui non seulement possède une résistance électrique excessivement faible, mais encore ne donne pas naissance à du peroxyde de plomb (PbO^2), et à prendre l'alliage argentifère lui-même pour anode et un disque métallique inattaquable par le bain pour cathode.

» Sous l'action du courant, le plomb des anodes entre en dissolution et se transporte sous forme de cristaux spongieux sur le disque qui sert de cathode, tandis que tout l'argent contenu dans le plomb, étant insoluble dans le bain, se dépose au fond de la cuve dans un récipient perforé destiné à le recueillir.

» Voici maintenant la marche à suivre pour extraire électrolytiquement l'argent du plomb argentifère.

» On fond le plomb argentifère, puis on le coule dans des moules ayant la forme et l'épaisseur que l'on désire donner aux anodes.

» Cela fait, on suspend chaque anode à l'une des deux tiges métalliques qui se trouvent placées vers la partie supérieure de l'électrolyseur [1].

» Chaque tige métallique est munie d'une vis sans fin et d'écrous. Aux extrémités de ces tiges sont fixées les bornes destinées à relier électriquement les anodes entre elles et le tout au pôle positif de la dynamo.

» Ce dispositif a pour but non seulement de maintenir à une distance déterminée

---

[1] Pour la description de cet appareil, voir les *Comptes rendus* du 18 mai 1896.

les électrodes entre elles, mais encore de pouvoir les rapprocher lorsque cette distance deviendrait trop grande, par suite de l'usure progressive des anodes.

» Le disque qui constitue la cathode (1) est placé au milieu des deux anodes et communique au pôle négatif de la dynamo au moyen d'un balai métallique frottant sur son arbre.

» L'électrolyseur étant monté, on y verse le bain (2), on ferme le circuit et l'on fait tourner le disque à une vitesse d'un à deux tours à la minute.

» Dès que le courant est établi, le plomb commence à se déposer sur le disque sous forme de petits cristaux spongieux. Lorsque le dépôt plombique a acquis une épaisseur suffisante et que l'on juge convenable de l'enlever, on interrompt le courant et l'on serre les racloirs (3).

» Par suite de leur frottement contre les faces du disque le plomb se détache et tombe dans des gouttières inclinées qui l'amènent sur un tamis en toile métallique. Le plomb égoutté est lavé d'abord à l'eau distillée puis soumis à une forte pression.

» Le liquide qui s'écoule est réuni aux eaux de lavage et le tout est évaporé jusqu'à ce que la solution marque 30° Baumé. Après refroidissement on introduit cette solution dans les électrolyseurs au moyen d'une pompe. Quant au plomb comprimé, il est chauffé dans un creuset avec 2 à 3 pour 100 de charbon en poudre et, lorsqu'il est fondu, on le coule en lingots.

» Lorsque les anodes se sont dissoutes on peut, ou les remplacer par de nouvelles anodes, ou bien retirer seulement l'argent qui s'était déposé au fond de la cuve. Dans ce dernier cas on soulève le disque au moyen d'un treuil, puis on retire le récipient perforé qui avait été placé au fond de la cuve au commencement de l'opération et qui renferme tout l'argent abandonné par le plomb argentifère des anodes.

» L'argent recueilli, lavé et séché, est fondu au creuset avec de l'azotate de sodium et un peu de borax puis coulé en lingots (4). »

---

(1) Ce disque peut être formé par du cuivre, du bronze d'aluminium et même par de la tôle de fer. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la tôle ne déplace pas le plomb de ses solutions salines (acétate double de plomb et de sodium ou de plomb et de potassium); il n'en serait pas de même de la fonte, laquelle précipiterait le plomb à l'état métallique.

(2) Solution d'acétate double de plomb et de sodium ou de plomb et de potassium.

(3) Ces racloirs sont formés par deux lames en laiton ou en bronze d'aluminium disposées de telle façon que, par un simple jeu de manivelle, elles puissent se rapprocher ou s'éloigner des faces du disque.

(4) Le plomb, outre l'argent, renferme également, suivant sa provenance, des quantités variables d'antimoine et d'arsenic, lesquels se déposent au fond de la cuve de l'électrolyseur en même temps que l'argent. Par l'action de l'azotate de sodium, l'antimoine et l'arsenic se transforment en antimoniate et arséniate de sodium, tandis que la totalité de l'argent reste à l'état métallique.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Anomalie magnétique observée en Russie.* Lettre de M. **Moureaux**, communiquée par M. Mascart.

« Koursk, 15 juin 1896.

» .... Le 12 et le 13 juin, j'ai constaté une anomalie extraordinaire, la plus grande qui ait été étudiée jusqu'ici. Sur le territoire d'un village qui se nomme Kotchetovka, situé dans l'arrondissement d'Obojaune, à 30^{km} environ au sud-sud-est de cette ville, par 51° de latitude et 6° 8′ de longitude est de Poulkowa, j'ai déterminé les trois éléments en quinze points compris dans une étendue d'un kilomètre carré environ. Les valeurs extrêmes observées sont :

Déclinaison	+ 58° et — 43°
Inclinaison	79° et 48°
Composante horizontale	0,166 et 0,589

» Ces différences sont excessives; mais ce qui est plus particulièrement remarquable, c'est que la composante horizontale atteint ici une valeur de beaucoup supérieure au maximum de la région équatoriale du globe, qui n'atteint pas 0,4; comme l'inclinaison en ce point ne s'abaisse pas au-dessous de 48°, il en résulte que la force magnétique y atteint une valeur énorme.

» Ce nombre de 0,589 pourra sembler invraisemblable; je l'ai contrôlé par six autres mesures en des points voisins, et qui m'ont donné des valeurs variant de 0,48 à 0,58. J'ai précisé, autant que je l'ai pu, le foyer de cette anomalie; le temps me manque pour en fixer les limites.

» Tout le pays est d'ailleurs troublé à un haut degré; des 75 stations dont je possède actuellement des observations des trois éléments, il y en a très peu dont les valeurs soient normales.

» A Potrovskojé, autre village à 15^{km} au sud du premier, j'ai trouvé : $D = +52°56'$, $H = 0{,}09$, $I = 81°45'$; j'ai voulu alors savoir si cette valeur de l'inclinaison était maximum, et je me suis transporté dans la direction du nord magnétique, en observant fréquemment cet élément, jusqu'à le voir diminuer. Le maximum a été 82° 13′; à ce point précis, j'ai mesuré de nouveau la composante horizontale, elle est seulement de 0,079.

» J'emploie constamment le même barreau pour toutes les observations; les déviations produites par ce barreau, qui n'étaient que de 7° 22′ à Kotchetovka, ont atteint 72° 23′ à Pokrovskojé.... »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide nitrosodisulfonique bleu foncé.*
Note de M. **Paul Sabatier.**

« Comme nous avons eu l'honneur de l'exposer dans une récente Communication, la liqueur obtenue en dissolvant dans l'acide sulfurique concentré une petite quantité d'azotite de sodium sec, réagit immédiatement sur l'oxyde cuivreux pour donner une coloration bleue violacée très intense.

» La teinte ainsi réalisée ne peut être assimilée à aucune de celles, pourtant si variées, que fournissent les composés déjà décrits du cuivre, et l'étude attentive du spectre d'absorption montre qu'il diffère totalement de celui des composés bleus cupro-ammoniacaux, aussi bien que du spectre d'absorption, du bromhydrate cuivrique pourpre que j'avais obtenu il y a quelque temps (*Comptes rendus*, 1894, t. CXVIII, p. 1144 et 1260).

» J'en ai conclu que l'origine de la coloration revient, en partie du moins, à l'acide qui se trouve associé au cuivre dans la combinaison, acide qui doit dériver à la fois du soufre et de l'azote, et dont la couleur propre serait très intense et analogue de celle du composé préparé avec le cuivre.

» Un tel acide n'a jamais été obtenu jusqu'à présent; mais Fremy avait préparé un sel de potassium dont les solutions aqueuses sont bleu violet foncé et auquel on a assigné la formule $AzO(SO^3K)^2$. Ce serait le sel de l'acide nommé *oxysulfazotinique,* ou plutôt *nitrosodisulfonique.*

» Quand on traite par un acide, même dilué, les solutions violettes du sel potassique, elles sont immédiatement décolorées et détruites. Aussi l'acide est-il demeuré inconnu à l'état libre.

» J'ai préparé le sel de potassium d'après les indications opératoires de Raschig (*Ann. der Chemie und Pharm.*, t. CCXLI, 223). Ce sont des cristaux rognonnés jaune orangé ([1]), qui ne tardent pas à se détruire spontanément avec déflagration.

» Leur solution aqueuse saturée est bleu violet foncé, et rappelle le permanganate de potassium; mais elle est encore plus voisine des liqueurs bleues obtenues dans l'action de l'oxyde cuivreux sur l'acide sulfurique

---

([1]) J'ai observé aussi les cristaux bleus à composition variable, signalés par Hantsch et Semple (*Deutsche Chem. Gesell.*, 1895, 2744), qui les considèrent comme une dissolution cristalline du sel violet dans l'oximidosulfonate de potassium incolore.

nitreux. Les spectres d'absorption, sur lesquels nous reviendrons prochainement, sont très voisins, bien que la teinte générale du sel potassique soit un peu plus rose. Ce sont vraisemblablement les sels du même acide inconnu bleu $AzO(SO^3H)^2$.

» Ce dernier n'ayant pu être isolé à partir de son sel potassique, j'ai cherché à le produire par synthèse directe.

» Une première indication est donnée par la formule qui contient

$$AzO + SO^2 + SO^4H^2$$

ou bien

$$AzO + 2SO^2 + H^2O + O.$$

» Dans la préparation des cristaux d'acide nitrosulfurique $AzO^2(SO^3H)$, par l'action de l'anhydride sulfureux sur l'acide azotique fumant refroidi, j'avais observé à deux reprises la formation d'un liquide violet très fugace, se décomposant promptement avec bouillonnement gazeux. Il était d'abord apparu vers la fin de l'opération au voisinage de l'ouverture du vase, là où le gaz sulfureux en excès rencontrait à la fois des produits nitrés, de l'humidité et l'oxygène de l'air.

» Puis aussitôt après la préparation, quand, pour dessécher les cristaux, je les disposai sur une plaque poreuse sous une cloche au-dessus d'acide sulfurique, la coloration violette apparut dans ce dernier pendant quelques instants.

» La possibilité d'une synthèse n'était donc pas douteuse.

» Je tentai de faire agir l'oxyde azotique AzO sur l'acide sulfurique préalablement saturé d'anhydride sulfureux. L'action réalisée dans un vase fermé à l'abri de l'air fut à peu près nulle.

» Mais en faisant arriver le gaz au-dessus du liquide contenu dans un vase large, ouvert et refroidi, où par suite accédaient l'air et l'humidité, on voit des gouttes bleues instables apparaître sur les parois, et dans l'une des expériences le liquide tout entier prit une teinte lilas.

» D'ailleurs le peroxyde d'azote AzO^2 employé dans les mêmes conditions donne seulement de l'acide nitrosulfurique $AzO^2(SO^3H)$.

» Je songeai donc à m'adresser à l'anhydride azoteux, ou tout au moins à un système équivalent $2AzO + O$. Dans l'acide sulfurique saturé de gaz sulfureux et refroidi à 0°, je dirige un mélange d'oxyde azotique et d'air réglé à volumes à peu près égaux. La liqueur demeure incolore, mais donne au voisinage de l'orifice des gouttelettes bleues fugaces, provenant sans doute d'une intervention de l'eau.

» En effet, si au liquide incolore obtenu on ajoute, à l'aide d'un tube effilé plongeant jusqu'au fond du vase, une certaine quantité d'eau, on observe aussitôt l'apparition d'un composé bleu foncé, en même temps qu'un vif dégagement d'oxyde azotique.

» L'addition d'un excès d'eau produit d'ailleurs la décoloration immédiate.

» Il est préférable d'effectuer la réaction avec un acide préalablement dilué à un degré convenable. La concentration la plus favorable à la manifestation du phénomène correspond précisément à l'hydrate $SO^4H^2 + H^2O$, qui est pratiquement réalisé par le mélange de l'acide commercial avec le quart de son volume d'eau. Dans une telle liqueur, préalablement saturée d'anhydride sulfureux et maintenue à zéro, le mélange d'oxyde azotique et d'air détermine au bout de quelque temps un vif bouillonnement, pendant que le liquide se colore en bleu violacé, tellement intense qu'il est à peu près opaque, même en couche peu épaisse.

» Avec des dilutions un peu plus faibles, telles que l'acide commercial additionné de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{6}$ de son volume d'eau, les résultats sont plus réguliers. On n'observe aucun changement dans la liqueur pendant le passage des gaz, mais le liquide incolore, abandonné à lui-même, se transforme après quelque temps en dégageant de l'acide azotique et développant une coloration bleu violacé très intense.

» La réaction se produit donc en deux phases. Sans doute, on a d'abord [1]

$$(2AzO + O + 2SO^2) + H^2O = 2\underbrace{[AzO(SO^3H)]}_{\text{Incolore.}}.$$

» Puis, après un temps plus ou moins long,

$$2[AzO(SO^3H)] = AzO + \underbrace{AzO(SO^3H)^2}_{\text{Bleu foncé.}}.$$

» Les solutions bleues ainsi obtenues dans l'acide sulfurique se détruisent peu à peu, mais possèdent néanmoins une stabilité bien supérieure à celle du sel potassique anhydre de Fremy et Raschig, car une température de 100°, maintenue pendant une demi-heure, n'a amené qu'une décoloration peu avancée.

---

(1) Je ne préjuge pas pour le moment la nature de la combinaison

$$(2AzO + O + 2SO^2),$$

réalisée dans l'acide sulfurique concentré.

» Dans une prochaine Communication, je poursuivrai l'étude de cet acide et des sels qu'il fournit régulièrement avec divers métaux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation des alliages d'aluminium par voie de réaction chimique.* Note de M. **Charles Combes**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on veut préparer les alliages d'aluminium avec des métaux dont les oxydes sont difficilement réductibles et qu'il n'est pas aisé de se procurer à l'état de pureté, tels que le chrome et le manganèse, par exemple, il est souvent avantageux de procéder par voie de réaction chimique. Il en est de même si l'on ne dispose pas d'un fourneau capable d'atteindre les hautes températures nécessaires pour fondre les métaux peu fusibles.

» On sait que l'aluminium peut réduire les oxydes d'un grand nombre de métaux, ce que la Thermochimie prévoit; mais la réduction s'effectue mal parce que l'aluminium fondu ne mouille pas les oxydes infusibles.

» Aussi M. Moissan a-t-il proposé récemment (¹) de projeter un mélange de limaille d'aluminium, avec l'oxyde que l'on se propose de réduire, à la surface d'un bain d'aluminium maintenu en fusion. D'après l'auteur, l'oxyde est réduit à cause de la grande chaleur développée par la combustion d'une partie de la limaille.

» Ce procédé n'est guère avantageux et je ne m'y suis pas arrêté pour les raisons suivantes :

» On ne peut se procurer facilement de grandes quantités de limaille d'aluminium et l'on a tous les inconvénients de la manipulation des corps en poudre.

» La réaction n'est pas quantitative, une partie de la limaille d'aluminium est brûlée.

» La réaction produit de l'alumine, corps infusible qui ne se sépare pas nettement du métal et qui, en tous cas, est perdue.

» Il en est autrement si l'on réduit par l'aluminium un sulfure ou un chlorure métallique, ce qui est possible dans un grand nombre de cas.

» La réaction se passe à la température de fusion de l'aluminium; avec un sulfure, il se produit du sulfure d'aluminium, qui monte à la surface du bain métallique et s'en sépare très nettement. Avec un chlorure, il se

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1302.

produit du chlorure d'aluminium qui se volatilise. Ces deux substances peuvent d'ailleurs être recueillies et utilisées pour régénérer l'aluminium.

» La réaction est immédiate et intégrale, en sorte que l'on peut calculer à l'avance le taux de l'alliage.

Les données thermochimiques permettent, dans la plupart des cas, de prévoir si la réaction est possible. Elle se passe toujours s'il y a une différence positive notable entre la chaleur de formation du sulfure métallique employé et celle du sulfure d'aluminium. Ainsi, les chaleurs de formation étant pour

$Al^{\frac{2}{3}}S$	$41^{Cal},4$
NiS	19,4
ZnS	43,0
MnS	45,2

le sulfure de nickel réagit, tandis que les sulfures de zinc et de manganèse ne réagissent pas.

» Les chlorures métalliques peuvent réagir, alors même que leur chaleur de formation est un peu supérieure à celle du chlorure d'aluminium. Ainsi $Al^{\frac{1}{3}}Cl$ exigeant $53^{cal},6$ et $Mn^{\frac{1}{2}}Cl$ 56^{cal}, on obtient cependant un alliage de manganèse avec départ de chlorure d'aluminium.

» En définitive, j'ai pu préparer dans un simple four Perrot de laboratoire, à une température peu supérieure à celle de la fusion de l'aluminium, des alliages des métaux réfractaires tels que le nickel, le manganèse, le chrome, etc.

» Il est à remarquer qu'une partie au moins du sodium, que l'aluminium contient fréquemment, est éliminée par ce traitement. On constate facilement que le sulfure d'aluminium, provenant de l'opération, a une réaction nettement alcaline et l'on peut doser le sodium entraîné.

» *Aluminium-nickel.* — On emploie la matte Bessemer raffinée de nickel, correspondant à la formule NiS et que l'on obtient industriellement très pure. Ce produit a l'avantage d'être moins cher que le nickel métallique et que son oxyde.

» On fond ensemble les quantités voulues d'aluminium et de matte, ou bien on projette la matte par fragments dans le bain d'aluminium. La réaction est immédiate et se fait avec incandescence. J'ai préparé ainsi des alliages contenant jusqu'à 20 pour 100 de nickel. A cette teneur, l'alliage est cassant et cristallise par refroidissement.

» *Aluminium-manganèse.* — On projette par fragments du chlorure manganeux anhydre dans l'aluminium fondu.

» Le chlorure d'aluminium se volatilise rapidement et peut être recueilli dans un

appareil à condensation. A la teneur de 4 pour 100, l'alliage AlMn a une cassure à facettes cristallines comme celle du spiegel.

» *Aluminium-chrome*. — On emploie le sesquichlorure de chrome que l'on projette par fragments dans l'aluminium.

» La réaction est très violente, l'alliage à 7 pour 100 est très cassant et à structure finement cristalline. L'alliage à 13 pour 100 est tout à fait cristallisé et se pulvérise au mortier.

» Je continue l'étude des alliages d'aluminium dont plusieurs m'ont paru doués de propriétés intéressantes au point de vue métallurgique [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action du phosphore sur quelques chlorures métalliques*. Note de M. A. **Granger**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication précédente [2], j'ai décrit la préparation et les propriétés du sesquiphosphure de fer, obtenu en chauffant les chlorures ferreux ou ferrique dans la vapeur de phosphore; j'ai pensé que d'autres chlorures métalliques pouvaient, dans les mêmes conditions, donner naissance à des phosphures, et ce sont les résultats de mes recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Les chlorures de nickel et de cobalt se comportent comme le chlorure de fer ; au rouge très sombre, le phosphore les transforme en sesquiphosphures de nickel et de cobalt. Il est important de ne pas opérer à température élevée, car si la composition de ces corps n'est pas sensiblement altérée, leur structure cristalline disparaît presque totalement lorsque l'on dépasse le rouge sombre.

» Le sesquiphosphure de nickel est gris, à éclat graphitique et très friable, il possède une structure cristalline et schisteuse très marquée.

» Le sesquiphosphure de cobalt est noir, doué de l'éclat métallique, se laissant facilement briser et donnant une poussière cristalline.

» Ces deux corps ne sont pas magnétiques. Les acides chlorhydrique et azotique, l'eau régale, sont sans action. Le chlore ne les attaque qu'au voisinage de la température de fusion du verre vert. On peut les chauffer au rouge sombre, au contact de l'air, sans les décomposer ou les altérer; au rouge vif, dans la flamme du chalumeau à gaz d'éclairage, ils perdent du phosphore et laissent un résidu métallique fondu quand on fait l'expérience avec le sesquiphosphure de nickel.

---

[1] Travail fait au laboratoire de l'École de Physique et de Chimie industrielles.

[2] *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 936.

» Pour faire l'analyse de ces composés, on traite ces corps réduits en poudre fine par la potasse, à laquelle on ajoute, peu à peu, du brome en quantité suffisante pour colorer la liqueur en rouge. On fait alors digérer au bain-marie pendant deux heures, puis on ajoute par petites portions de l'acide sulfurique, étendu de son volume d'eau, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de vapeurs de brome et l'on évapore à sec. Après refroidissement, on arrose la masse avec de l'acide sulfurique concentré en excès, et l'on chauffe au bain de sable tant qu'il se dégage des vapeurs acides. On neutralise par l'ammoniaque, après avoir repris par l'eau, et l'on verse dans une solution d'oxalate d'ammonium.

» On précipite le cobalt à l'état métallique, par électrolyse, avec un courant d'environ 2 ampères au début, que l'on pousse jusqu'à 3,5 à la fin de l'opération. La liqueur est ensuite additionnée de brome, évaporée à sec, reprise par l'eau et traitée par la liqueur magnésienne.

	Trouvé.	Calculé pour Ni^2P^3.
Nickel	56,18	55,93
Phosphore	43,26	44,07

		Calculé pour Co^2P^3.
Cobalt	55,36	55,93
Phosphore	43,68	44,07

» Chauffés dans les mêmes conditions, les chlorures mercurique et stannique et le chlorure de cadmium ne m'ont donné aucun résultat; les chlorures d'or et d'argent ont donné de l'or et de l'argent métalliques.

» Le chlorure cuivrique est d'abord réduit à l'état de chlorure cuivreux, puis transformé en biphosphure de cuivre si la température ne s'élève pas jusqu'au rouge sombre; j'ai décrit précédemment le biphosphure de cuivre. Si la température vient à s'élever au rouge sombre, on trouve un phosphure cristallisé, dont l'aspect rappelle à s'y méprendre le corps déjà cité CuP^2, mais dont l'analyse montre la composition différente. Tandis que CuP^2 contient 50,40 de cuivre, ce corps en contient 70,28, ce qui ne correspond à aucune formule simple; étant donnée la facilité avec laquelle se détruisent les phosphures de cuivre, il vaut mieux le considérer comme un produit de la décomposition, soit de CuP^2, soit plutôt de Cu^2P^2 dont il se rapproche par sa composition. »

THERMOCHIMIE. — *Mesure d'une chaleur d'éthérification par l'action du chlorure d'acide sur l'alcool sodé.* Note de M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« Dans son Mémoire sur la formation des éthers au point de vue thermique [1], M. Berthelot a indiqué plusieurs méthodes qui permettent, dans un très grand nombre de cas, de déterminer les chaleurs d'éthérification.

» Depuis, le nombre de telles déterminations a été fort restreint, au moins pour les éthers des acides inorganiques.

» Je me suis proposé de rechercher la chaleur de formation des *phosphates trialcooliques* neutres, à partir de l'acide et de l'alcool. Je ne pouvais, pour cela, employer ni l'éthérification directe (l'acide phosphorique, comme la plupart des acides polybasiques, donne ainsi un éther acide monoalcoolique), ni la saponification de l'éther neutre, celle-ci ne détachant assez facilement qu'un seul des trois groupements alcooliques. Restait l'action du chlorure d'acide correspondant, c'est-à-dire de l'oxychlorure de phosphore sur l'alcool; mais précisément à cause de la nature polybasique de l'acide phosphorique, on pouvait craindre une réaction complexe et la formation, à côté de l'éther neutre, des chlorures des acides éthérés, mono et dialcooliques.

» J'ai obtenu, au contraire, un résultat très net en faisant réagir l'oxychlorure, non pas sur l'alcool éthylique, mais sur l'alcool sodé.

» Celui-ci est préparé d'abord en dissolvant un poids connu de sodium dans de l'alcool absolu bien exempt d'eau (1 atome de sodium dans $12C^2H^6O$ environ); après refroidissement, on ajoute la quantité correspondante d'oxychlorure; la réaction est très vive, immédiate; du chlorure de sodium amorphe se précipite, et la liqueur renferme une solution de phosphate triéthylique dans l'alcool absolu. La réaction

$$POCl^3 + 3C^2H^5ONa = PO^4(C^2H^5)^3 + 3NaCl$$

est intégrale, au moins à $\frac{1}{100}$ près; il ne se forme pas de phosphate de sodium et, par suite, pas de chlorure d'éthyle. Je m'en suis assuré en recueillant le précipité insoluble dans l'alcool absolu, le lavant à l'éther anhydre et l'analysant : il ne renfermait pas de phosphore en quantité dosable et j'y ai

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. IX, p. 289.

retrouvé les 0,986 du chlorure employé. Quant à la liqueur séparée par filtration du chlorure de sodium, après évaporation de l'alcool et de l'éther, elle était constituée uniquement par du phosphate triéthylique $PO^4(C^2H^5)^3$ qui a distillé à température fixe (116° sous 30^{mm} de pression) sans résidu; j'en ai vérifié la pureté par une combustion. (Trouvé : C, 39,13 pour 100; H, 8,60 pour 100. Calculé : C, 39,56 pour 100; H, 8,24 pour 100.)

» La réaction se prête donc bien à des mesures calorimétriques.

» Celles-ci comprenaient d'abord la mesure de la chaleur de dissolution du sodium dans l'alcool pour la dilution indiquée plus haut. La réaction est effectuée dans une petite bouteille de platine complètement plongée dans un calorimètre d'un litre renfermant 850^{gr} d'eau; l'hydrogène produit avant de s'échapper se refroidit dans un serpentin de verre mince de $1^m,50$ de développement.

» Trois expériences m'ont donné $43^{Cal},00$, $42^{Cal},31$, $42^{Cal},83$; moyenne : $42^{Cal},88$. Donc

Na sol. + 12 C^2H^6O liq., dégage............... $42^{Cal},88$ (1).

» L'action de l'oxychlorure de phosphore sur l'alcool sodé ainsi produit est ensuite effectuée dans la même bouteille de platine, fermée par un bouchon de liège. La réaction étant très violente, on évite une explosion possible en répartissant l'oxychlorure, exactement pesé, entre trois petites ampoules de verre mince, fermées à la lampe, que l'on brise successivement avec un agitateur passant à frottement dur dans le bouchon.

» Trois expériences m'ont donné les nombres $109^{Cal},73$, $110^{Cal},15$, $109^{Cal},45$; moyenne : $109^{Cal},17$. Donc

$POCl^3$ liq. + 3 C^2H^5ONa diss. = $PO^4(C^2H^5)^3$ diss. + 3 NaCl sol.... $+109^{Cal},77$

» J'ai ensuite dissous du phosphate triéthylique pur dans l'alcool absolu, pour une concentration voisine de celle employée dans les réactions précédentes; j'ai trouvé pour la dissolution d'une molécule : $-0^{Cal},20$.

---

(1) Ce nombre ($42^{Cal},88$) s'accorde parfaitement avec ceux trouvés par M. de Forcrand (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. III, p. 135) pour des concentrations voisines :

	Cal
Na sol. + 11 C^2H^6O liq.	42,69
Na sol. + 21 C^2H^6O liq.	44,37

d'où, par interpolation,

Na sol. + 12 C^2H^6O liq. 42,86

» Des nombres précédents on tire

$POCl^3$ liq. + 3 Na sol. + 3 C^2H^6O liq.
= $PO^4(C^2H^5)^3$ liq. + 3 NaCl sol. + 3 H gaz .... $+238^{Cal},59$

» Le chlorure de sodium ainsi produit est amorphe, sa dissolution dans l'eau (1 NaCl dans 4^{lit} d'eau) m'a donné pour une molécule : $-1^{Cal},27$ et $-1^{Cal},29$; moyenne : $-1^{Cal},28$, nombre très voisin de celui obtenu par M. Berthelot pour le chlorure de sodium cristallisé ($-1^{Cal},10$).

» En m'appuyant sur les nombres suivants, déjà connus :

Na sol. + Aq. = NaOH diss. + H gaz.................	Cal + 43,4	(Thomsen)
$POCl^3$ liq. + 3 NaOH diss. = PO^4H^3 diss. + 3 NaCl diss.	+115,8	(Berthelot)
PO^4H^3 diss. » = PO^4H^3 crist. » ...	− 2,67	(Joly)

je puis calculer

PO^4H^3 crist. + 3 C^2H^5OH = 3 H^2O liq. + $PO^4(C^2H^5)^3$ liq......... $-9^{Cal},4$

» L'éthérification complète de l'acide phosphorique par l'alcool éthylique correspond ainsi à une absorption de chaleur de $9^{Cal},4$, ou pour un seul C^2H^5, en moyenne, $3^{Cal},1$. Ce chiffre est comparable à ceux obtenus dans la formation des éthers organiques, de l'acétate d'éthyle, par exemple, qui est produit à partir de l'acide et de l'alcool, avec absorption de chaleur ($-2^{Cal},0$).

» Le procédé que j'ai employé dans ce cas spécial pour déterminer une chaleur d'éthérification, l'action du chlorure d'acide sur l'alcool sodé, me paraît susceptible de généralisation. Il sera particulièrement utile lorsque l'éthérification et la saponification directes et à peu près complètes seront impossibles, et lorsque le chlorure d'acide réagira sur l'alcool, ou bien trop lentement, ou bien d'une façon trop complexe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétal et l'acétal monochloré.* Note de M. **Paul Rivals.**

« J'ai déterminé, par la méthode de la bombe calorimétrique, les chaleurs de combustion de l'acétal et de l'acétal monochloré :

» *Acétal.* Le corps rectifié à point fixe (104°) et pur m'a donné :

Chaleur de combustion pour 1^{gr}..........................	Cal + 7802
» pour 1 molécule à volume constant............	920,7
» » à pression constante..........	923,2
Chaleur de formation à partir des éléments de l'acétal liquide..........	+ 125,6

Chloracétal : Le corps pur, préparé par l'action de l'éthylate de sodium sur l'éther bichloré de Lieben m'a donné :

Chaleur de combustion pour 1^{gr}	$+ 5825^{Cal}$
» pour 1 molécule à volume constant	888,31
» » à pression constante	889,70
Chaleur de formation à partir des éléments du chloracétal liquide	+ 129,7

» De ces résultats et de ceux que j'ai donnés précédemment relativement à la chaleur de formation de l'aldéhyde monochloré, on déduit les relations suivantes :

C^2H^4O liq. + Cl^2 = C^2H^3ClO liq. + HCl gaz .... $+28^{Cal},3$
$C^6H^{14}O^2$ liq. + Cl^2 = $C^6H^{13}ClO^2$ liq. + HCl gaz .... $+26^{Cal},1$

Ces quantités de chaleur sont égales, aux erreurs d'expérience près; en d'autres termes, la chaleur de formation du chloracétal à partir de l'aldéhyde monochloré et de l'alcool est égale sensiblement à la chaleur de formation de l'acétal à partir de l'aldéhyde,

C^2H^4O liq. + $2C^2H^6O$ liq. — H^2O liq. = $C^6H^{14}O^2$ liq .... $-2^{Cal},3$
C^2H^3ClO liq. + $2C^2H^6O$ liq. — H^2O liq. = $C^6H^{13}ClO^2$ liq....... -4^{Cal}

» Ainsi, la substitution du chlore dans l'aldéhyde ne paraît pas avoir d'influence thermique appréciable sur la formation des dérivés éthyliques de l'aldéhyde. Il n'en est plus de même, comme je vais le montrer, pour l'acide acétique et ses dérivés éthyliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers éthyliques des acides acétiques chlorés.* Note de M. **Paul Rivals.**

« L'accroissement d'énergie acide développé dans l'acide acétique par la substitution du chlore à l'hydrogène ne se manifeste pas seulement dans la formation thermique des chloracétates alcalins et ammoniacaux. Il se retrouve, comme je l'ai montré, dans la formation des amides et aussi dans la formation des éthers. Par là encore, les acides acétiques chlorés se différencient de l'acide acétique et se rapprochent de l'acide formique, c'est-à-dire des acides organiques forts, ainsi qu'il résulte des déterminations que j'ai effectuées.

» *Éther chloracétique.* — Le corps pur, distillé à point fixe (144°,5), a été brûlé dans la bombe calorimétrique en présence d'acide arsénieux.

	Cal
Chaleur de combustion pour 1gr	+4029,1
Chaleur de combustion pour 1 molécule à volume constant	+ 493,56
Chaleur de combustion pour 1 molécule à pression constante	+ 493,85
Chaleur de formation à partir des éléments de l'éther liquide	+ 129,75

» On déduit pour la réaction de substitution :

$C^4H^8O^2$ liq. + Cl^2 = $C^4H^7ClO^2$ liq. + HCl gaz .... + 35,6

» *Éther dichloracétique.* — Le corps pur, rectifié à point fixe (157°), m'a donné les résultats suivants :

	Cal
Chaleur de combustion pour 1gr	+2951
Chaleur de combustion pour 1 molécule à volume constant et à pression constante	+ 463,31
Chaleur de formation à partir des éléments de l'éther dichloracétique liquide	+ 130,7

» Substitution du chlore à l'hydrogène :

$C^4H^8O^2$ liq. + $2Cl^2$ = $C^4H^6Cl^2O^2$ liq. + 2HCl .... + 57,5 = $28^{Cal},75 \times 2$

» *Éther trichloracétique.* — Ce corps, très riche en chlore, brûle difficilement. J'ai dû, pour absorber les dernières traces de chlore, employer un dispositif assez compliqué qui laisse peut-être quelque incertitude sur les résultats obtenus (1). J'ai préféré déduire la chaleur de formation de l'éther trichloracétique de la chaleur dégagée dans la décomposition du chlorure de trichloracétyle par l'alcool absolu. J'ai suivi point par point la méthode décrite par M. Berthelot, pour établir la chaleur de formation de l'éther acétique.

» Tous calculs faits, j'ai obtenu le résultat suivant :

$C^2Cl^3O^2H$ sol. + C^2H^6O liq. = $C^4H^5Cl^3O^2$ liq. + H^2O liq. .... $+2^{Cal}$

» On déduit des nombres donnés plus haut et des déterminations de M. Berthelot (*Ann. des Longitudes pour* 1895) :

» Pour l'éther chloracétique,

$C^2H^3ClO^2$ liq. + C^2H^6O liq. = $C^4H^7ClO^2$ liq. + H^2O liq. .... $+3^{Cal}$

---

(1) J'ai trouvé : chaleur de combustion de l'éther trichloracétique à volume constant + $444^{Cal},28$; chaleur de formation à partir des éléments de l'éther liquide + 118^{Cal} ; on en déduit, pour la réaction de substitution :

$C^4H^8O^2$ liq. + $3Cl^2$ = $C^4H^5Cl^3O^2$ liq. + 3HCl gaz .... $+69^{Cal} = 23^{Cal} \times 3$

» Pour les éthers acétique et formique,

$C^2H^4O^2$ sol. + C^2H^6O liq. = $C^4H^8O^2$ liq. + H^2O liq .... $-2^{Cal},4$
CH^2O^2 sol. + C^2H^6O liq. = $C^3H^6O^2$ liq. + H^2O liq .... $+4^{Cal},4$

» Ces comparaisons mettent bien en évidence la relation générale énoncée ci-dessus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydrazine sur les acides glyoxyliques de la série aromatique*. Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Afin de régulariser la décomposition des acides glyoxyliques de la série aromatique en aldéhydes et acide carbonique, j'ai cherché à transformer leur carbonyle en un groupement plus solide, pouvant résister à l'élévation de température nécessaire pour chasser l'acide carbonique.

» L'hydroxylamine semblait devoir se prêter à cette réaction, mais en réalité, la décomposition des oximes des acides glyoxyliques est accompagnée de perte d'eau, et au lieu de l'oxime de l'aldéhyde, d'où l'on aurait pu régénérer cette dernière, on obtient le nitrile correspondant qui ne peut fournir que son acide

$$R - \underset{\overset{\|}{AzOH}}{C} - CO^2H = R - CAz + H^2O + CO^2.$$

» Je me suis donc adressé à l'hydrazine, dont j'ai fait réagir le sulfate sur les acides glyoxyliques dissous dans deux molécules de soude. On chauffe pendant quelques instants à l'ébullition et l'on décompose la solution refroidie par l'acide chlorhydrique. Il se précipite un acide cristallisé et jaune, légèrement soluble dans l'eau bouillante, presque insoluble dans les dissolvants neutres.

$$2(R - CO - CO^2Na) + SO^4H^2, Az^2H^4 = SO^4Na^2 + R - \underset{\overset{\|}{Az}}{\overset{\overset{CO^2H}{|}}{C}} \;\; \underset{\overset{\|}{—Az}}{\overset{\overset{CO^2H}{|}}{C}} - R + 2H^2O.$$

» Tous ceux de ces acides que j'ai analysés contenaient une molécule d'eau de cristallisation qu'ils ne perdent pas à 100°; ils répondent par suite à la formule générale

$$R - \underset{\underset{CO^2H}{|}}{C} = Az - Az = \underset{\underset{CO^2H}{|}}{C} - R + H^2O.$$

» Quand on chauffe ces acides avec précaution, ils perdent leur eau vers 150°, puis, à une température quelque peu supérieure, ils commencent à perdre de l'acide carbonique; la décomposition est totale quand on les a maintenus pendant une heure à 180°-200°.

$$\begin{array}{l}\mathrm{R - \underset{\displaystyle CO^2H}{\overset{|}{C}} = Az - Az = \underset{\displaystyle CO^2H}{\overset{|}{C}} - R = 2CO^2 + R - CH = Az - Az = CH - R}\end{array}$$

» Les hydrazones ainsi obtenues sont de beaux corps, généralement colorés en jaune et très aisément cristallisables. Celles qui sont dérivées des hydrocarbures aromatiques les plus simples distillent dans le vide sans décomposition, ce que ne font pas celles qui dérivent des éthers de phénols.

» Si l'on distille ces hydrazones à la pression ordinaire, elles se décomposent en azote et stilbènes substitués; cette réaction, découverte par M. Curtius sur l'hydrazone de l'aldéhyde benzylique, peut être généralisée et servir de préparation aux divers stilbènes, car toutes les réactions que je viens de décrire se font avec de très bons rendements.

» J'espérais que l'ébullition de ces hydrazones avec l'acide sulfurique étendu aurait régénéré le sulfate d'hydrazine et mis en liberté les aldéhydes. L'acide, à 15 pour 100, est sans action à la température d'ébullition; un acide plus concentré dissout les hydrazones sans les dédoubler. On arrive cependant au but en chauffant ces hydrazones à 140°-150°, en tube scellé, avec l'acide sulfurique à 15 pour 100; mais une partie de l'aldéhyde est détruite et les rendements sont mauvais.

» L'acide phénylglyoxylique m'a fourni l'acide hydrazone-phénylglyoxylique; il fond à 179°, en se décomposant et en donnant la benzylidène-hydrazone déjà décrite par M. Curtius.

» L'acide para-crésylglyoxylique fournit de même une hydrazone, fusible à 200°; la décomposition de cette dernière donne l'hydrazone de l'aldéhyde para-toluique, peu soluble dans l'éther et fondant à 154°, que la distillation à l'air libre dédouble aisément en azote et para-diméthylstilbène, déjà décrit par plusieurs auteurs; il forme de belles lamelles blanches, fusibles à 176°-177°.

» L'acide anisoylglyoxylique conduit de même à un acide hydrazoné, que la décomposition pyrogénée transforme en hydrazone. J'ai obtenu, à côté de l'hydrazone de l'aldéhyde anisique, fusible à 168° et presque insoluble dans l'éther, une petite quantité d'une hydrazone isomérique, soluble

dans l'éther, fusible à 152°, qui est celle de l'aldéhyde méta-méthoxybenzylique ; elle est, en effet, différente de celle de l'aldéhyde ortho-méthoxybenzylique, qui fond à 141°. Ce fait montre que, dans l'action sur l'anisol, une petite partie du groupement $CO - CO^2C^2H^5$ se place en *méta* par rapport au méthoxyle.

» Enfin, l'acide vératroylglyoxylique donne une hydrazone fusible à 184°, avec décomposition ; l'hydrazone de l'aldéhyde vératrique fond à 190°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'acide campholénique inactif.* Note de MM. **Guerbet** et **A. Béhal**, présentée par M. Friedel.

« L'acide campholénique inactif, découvert par l'un de nous (¹), se prépare au moyen du camphre en passant par la camphoroxime et le nitrile campholénique. En vertu du peu de violence des réactions qui lui donnent ainsi naissance, il est permis de penser que le noyau du camphre a été respecté ; aussi la constitution de cet acide présente-t-elle un grand intérêt.

» L'oxydation de l'acide campholénique inactif par l'acide nitrique a donné (²) les acides isobutyrique, diméthylsuccinique dissymétrique, un acide $C^7H^{12}O^4$, qui est vraisemblablement l'acide diméthylglutarique, et enfin de l'acide hydrocamphoronique. Plus tard, M. Tiemann (³) est arrivé par une autre voie aux mêmes produits d'oxydation.

» D'autre part, nous avons trouvé (⁴) que l'acide campholénique, chauffé en présence d'une trace de sodium, se décompose en donnant le campholène C^9H^{16} et de l'acide carbonique. Or, la constitution du campholène a été établie par l'un de nous (⁵) ; ce carbure est un tétrahydropseudocumène. L'acide campholénique est donc un dérivé du triméthylbenzène 1.3.4.

» Nous venons aujourd'hui ajouter de nouveaux faits venant à l'appui de cette constitution qui semble en contradiction avec les résultats de l'oxydation.

(¹) Béhal, *Bulletin de la Société chimique*, t. XIII, p. 841.
(²) Béhal, *C. R.*, t. 121, p. 465.
(³) Tiemann, *Berichte der deutsch. Chem. Gesellschaft*, t. XXVIII, p. 2166.
(⁴) Béhal, *C. R.*, p. 800 ; 1894.
(⁵) Guerbet, *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. IV, p. 345.

» MM. Einhorn et Willstätter (1) ont montré que l'acide Δ_1 tétrahydroparatoluique, chauffé en tube scellé avec du brome, se transforme en acide paratoluique, par perte de quatre atomes d'hydrogène éliminés à l'état d'acide bromhydrique.

» Nous avons effectué la même réaction sur l'acide campholénique et nous avons obtenu un acide que nous avons purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool à 60°.

» L'analyse et la détermination de la densité de vapeur de ce corps lui assignent la formule $C^{10}H^{12}O^2$. Il fond à 106° et bout à 300°-302° (corrigé) en se décomposant un peu.

» Son amide fond à 183°.

» Les propriétés de cet acide se rapprochent de celles attribuées à l'acide diméthyl-1.3.-phénéthyloïque 4 (2). Le point de fusion de cet acide serait 102°, son point d'ébullition 265° (non corrigé) (3) et son amide fondrait à 183°.

» Nous avons préparé cet acide par les deux méthodes connues et nous avons trouvé qu'il fond à 106° et bout à 300-302° comme l'acide résultant de la déshydrogénation de l'acide campholénique. L'apparence cristalline des deux corps est la même, ainsi que leur solubilité dans les dissolvants.

» Les amides de ces acides fondent tous deux à 183°. Ils se subliment facilement, présentent le même aspect cristallin et se comportent de même envers les dissolvants, eau, alcool, éther, éther de pétrole. Ces deux acides sont donc identiques. L'acide campholénique serait, d'après cela, un acide tétrahydrodiméthyl-1.3.-phénéthyloïque 4, comme l'un de nous l'a supposé (4), et il n'y aurait d'incertitude que sur la position de la liaison éthylénique.

$$\begin{array}{ccccc} & CH^2 & & C - CH^3 & \\ CH^3 - CH\langle & & & \rangle C - CH^2 - CO^2H. \\ & CH^2 & & CH^2 & \end{array}$$

» Supposons un moment que, pour établir la formule de constitution de l'acide campholénique, nous ne tenions compte que de nos expériences. Nous avons trouvé que le campholène est un dérivé du pseudocumène (triméthylbenzène 1.3.4). Cette prévision nous a amenés à concevoir l'acide campholénique comme un acide tétrahydropseudocumènecarbonique et l'oxydation au moyen du brome vérifie pleinement cette conception. Nous serions d'après cela en droit de regarder comme démontrée d'une façon absolue la constitution de l'acide campholénique, et de là à celle du camphre il n'y aurait qu'un pas à faire. Or, l'oxydation de l'acide campholénique est en complet désaccord avec la formule tirée de ces déduc-

(1) Einhorn et Willstætter, *Liebig's Annalen*, t. CCLXXX, p. 89.

(2) Claus, *Journal für pracktische Chemie* (2), t. XLI, p.487.

(3) Il doit y avoir eu une erreur d'impression dans la donnée de ce chiffre.

(4) A. Béhal, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 858.

tions; on serait donc amené à penser que l'oxydation par le brome a produit une transposition moléculaire et que l'acide campholénique ne correspond pas au campholène. En vue de vérifier cette hypothèse, nous avons oxydé le campholène par l'acide nitrique et nous avons trouvé que le produit principal de l'oxydation était l'acide diméthylbutanedioïque 2.2 (diméthylsuccinique dissymétrique). D'après cette expérience, le campholène doit correspondre à l'acide campholénique et nous arrivons à ces conclusions qu'il y a transposition moléculaire dans l'oxydation au moyen de l'acide azotique, ou bien que le campholène et l'acide campholénique subissent des transpositions moléculaires conduisant à la même chaîne carbonée sous l'influence de réactifs divers (SO^4H^2, HI et Br).

» Examinons la première hypothèse : l'oxydation est considérée aujourd'hui comme une des meilleures méthodes pour établir la constitution d'un corps et l'on admet qu'elle ne produit jamais de transposition moléculaire.

» Nous avons recherché si l'on devait admettre ce principe comme absolu et nous avons trouvé quelques exemples de transposition ou de liaisons du carbone avec le carbone effectuées sous l'influence des réactifs oxydants. Signalons la formation en petite quantité de l'acide benzoïque dans l'oxydation du benzène, de l'acide phtalique dans l'oxydation de l'acide benzoïque ([1]); la formation d'acide triméthylacétique dans l'oxydation du tétraéthyléthylène ([2]); la formation de la tétraméthylbenzidine, obtenue en oxydant la diméthylaniline sous l'influence du bioxyde de plomb, et de l'acide acétique ([3]); la formation de cette même tétraméthylbenzidine en oxydant le violet hexaméthylé par ces mêmes réactifs ([4]); la formation de la xanthone en distillant le phénol avec de l'oxyde de plomb ([5]).

» L'oxydation est donc susceptible de produire des transpositions moléculaires.

» Or, dans le cas de l'acide campholénique et du campholène qui possèdent tous deux une liaison éthylénique, on peut supposer qu'il se forme

---

([1]) Carius, *Liebig's Ann.*, t. CXLVIII, p. 50 et 72.
([2]) Boutleroff, *Journ. Soc. chim. russe*, t. II, p. 219.
([3]) Lauth, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. V, p. 58.
([4]) Prud'homme, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XV, p. 780.
([5]) Graebe, Behr et Van Dorp, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXII, p. 301.

d'abord une pinacone qui, passant par déshydratation à l'état de pinacoline, amènerait finalement, par oxydation, la transposition d'un groupe méthyle.

» En résumé, si l'on écarte les indications données par oxydation, la formule du camphre, qui découle de nos expériences et qui a été proposée par M. Bouveault, explique très bien les faits. La formation du cymène et du tétrahydropseudocumène devient naturelle, et ne l'est point dans l'hypothèse de Bredt; mais nous pensons que seule la synthèse permettra de trancher définitivement la question. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la valeur nutritive des farines et sur les conséquences économiques d'un blutage exagéré.* Note de M. **Balland**.

« Dans une suite de recherches présentées à l'Académie en 1883 et 1884, j'ai établi : 1° que les farines en cours de mouture présentent, suivant les passages, une composition chimique différente; 2° que les farines les mieux blutées étant les plus pauvres en matières azotées, en matières grasses et en matières minérales (phosphates), sont aussi les moins nutritives; 3° qu'au même taux d'extraction, la mouture par cylindres donne des farines moins complètes que la mouture par meules et qu'il y a avantage à employer concurremment les deux systèmes. Je n'ai pas à revenir sur ces faits, confirmés à nouveau, au point de vue physiologique, il y a deux mois, par de curieuses expériences de M. Boutroux [1]; mais je crois devoir ajouter quelques développements en ce qui concerne les farines de l'armée, dont je me suis plus spécialement occupé. On sait que la mouture militaire retire de 100^{kg} de blé nettoyé : 80^{kg} de farine, dont 68^{kg} à 70^{kg} en farine de premier jet et 12^{kg} à 10^{kg} en farine de remouture. Voici la composition de ces divers produits pour une mouture qui a fourni assez exactement 70 pour 100 de farine de premier jet et 10 pour 100 de remouture, dont 6 pour 100 avec les premiers gruaux et 4 pour 100 avec les derniers :

---

(1) *Recherches sur la valeur nutritive du pain fait avec des farines de meules et avec les farines de cylindres*, par MM. Léon Boutroux, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Besançon, et Adrien Boutroux, officier d'administration des Subsistances militaires (*Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale*, avril 1896).

	Farine de 1er jet. (70 °/o de blé.)	Remouture. 1ers gruaux. (6 °/o de blé.)	2es gruaux. (4 °/o de blé.)	Farine des passages réunis. (80 °/o de blé.)
Eau	12,50	12,30	12,30	12,20
Matières azotées (1)	11,08	11,96	13,43	11,25
» grasses	1,25	2,60	3,25	1,40
» amylacées	74,21	71,39	68,67	74,13
Cellulose	0,32	0,57	0,99	0,34
Matières salines	0,64	1,18	1,46	0,68
	100,00	100,00	100,00	100,00

» On voit que la remouture des derniers gruaux donne une farine plus nutritive que la farine de premier jet; elle renferme, il est vrai, trois fois plus de cellulose et moins de matières amylacées, mais elle est plus riche en matières azotées et en matières grasses. Le rapport de ces deux éléments à la matière amylacée se rapproche ainsi davantage de la ration physiologique, d'où il résulte que cette farine constitue un aliment plus complet que la farine de premier jet. Les hygiénistes admettent, en effet, qu'il faut à un homme ordinaire, pour l'entretien journalier de son organisme, environ 120^{gr} de matières azotées et 560^{gr} de matières hydrocarbonées, dont 60^{gr} de graisse. Or, on s'écarterait moins de ces proportions en utilisant la farine du dernier passage de préférence à la farine du premier, où la matière amylacée est manifestement en excès par rapport aux matières grasses et azotées. Mais l'emploi des basses farines seules ne doit pas être toléré, car l'excès de cellulose non assimilable qu'elles renferment serait une gêne pour l'estomac et un embarras pour l'intestin; leur mélange avec les farines-fleurs est, au contraire, justifié, car elles apportent à ces dernières, avec les matières salines, grasses et azotées, la cellulose qui leur manque, élément nécessaire au travail de la digestion, parce qu'il facilite par sa présence la division et l'assimilation des matières protéiques, des graisses et des sucres. Il est indéniable que l'assimilation d'un aliment est en rapport avec la quantité de cellulose qu'il renferme. C'est pourquoi les

(1) Il s'agit des matières azotés totales, dosées par le procédé Kjeldahl. Le dosage du gluten seul est rigoureusement insuffisant pour comparer entre elles des farines blutées à des taux différents.

Les matières amylacées comprennent les matières sucrées normales de la farine et une partie des matières cellulosiques qui sont transformées en sucre par les réactifs que j'emploie de préférence pour le dosage de la cellulose résistante. Cette dernière est obtenue sous la forme d'une matière blanche inerte, très légère.

farines-fleurs sont plus assimilables que les farines bises : elles laissent beacoup moins de déjections; mais il ne faudrait pas en conclure qu'elles sont plus nutritives.

» Les pertes résultant d'un blutage exagéré du blé seraient désastreuses pour la France qui est le pays du monde où l'on consomme le plus de pain. Si l'on veut bien se reporter au Tableau précédent, on verra qu'avec la farine blutée à 70 pour 100 on retire de 1^{kgr} de blé :

	gr
Matières azotées	77,56
» grasses	8,75
» minérales	4,48

alors qu'avec la farine blutée à 80 pour 100 on obtient :

	gr
Matières azotées	90,00
» grasses	11,20
» minérales	5,24

c'est-à-dire qu'il faudrait 812^{gr} de la première farine pour fournir les éléments contenus dans 800^{gr} de la seconde, soit 1^{kg}, 160 de blé au lieu de 1^{kg}. La consommation annuelle de l'armée, qui est d'environ 164 240 quintaux de blé serait ainsi portée à 190 518 quintaux (190 518 quintaux) et, si des taux d'extraction de 65 à 70 pour 100 venaient à se généraliser dans nos campagnes, les 97 millions de quintaux de blé ([1]) nécessaires à la France ne suffiraient plus. Pour combler le déficit, il faudrait, à moins de faire un plus fort appel à l'étranger, revenir au méteil, au seigle et au sarrazin qui disparaissent de plus en plus de nos cultures. Le moment, d'ailleurs, serait mal venu pour pousser la meunerie à des blutages excessifs. Il n'est pas superflu de rappeler que, à l'heure qu'il est, la France entière ne consomme pas en moyenne plus de 31^{kg} à 32^{kg} de viande par année et par habitant ([2]), soit moins de 90^{gr} par jour, représentant seulement 18^{gr} de matières azotées, et je montrerai prochainement à l'Académie que ces matières, dont le rôle est capital dans l'alimentation, vont, depuis plusieurs années, en décroissant progressivement dans nos blés indigènes et nos blés d'Algérie. »

([1]) 125 millions d'hectolitres à raison de 77^{kg} à 78^{kg} l'hectolitre.

([2]) Grandeau, *L'Alimentation de l'homme et des animaux domestiques;* t. I, p. 2. Paris, Firmin-Didot. 1893.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le mécanisme chimique de la réduction des azotates et de la formation de matières azotées quartenaires dans les plantes.* Note de M. A. BACH, présentée par M. Schützenberger.

« On sait que l'azote des matières azotées élaborées par les plantes provient, en grande partie, des azotates du sol qui subissent une réduction dans l'organisme végétal ; mais le mécanisme chimique de cette réduction est encore un peu obscur.

» Il semble certain que la mise en liberté de l'acide azotique, ou même de l'acide azoteux des azotates, précède la réduction de ceux-ci dans les plantes. L'extrême dilution des solutions salines, qui favorise la dissociation des sels, la présence de grandes quantités d'acide carbonique qui, en vertu de la loi des masses, peut, jusqu'à un certain point, déplacer l'acide azotique des azotates, la décomposition des azotates sous l'influence de la radiation solaire, avec mise en liberté d'oxygène et formation d'azotites facilement décomposables par les acides organiques (1), tous ces faits tendent à montrer que c'est sur les acides libres que porte la réduction.

» On admet, généralement, que cette réduction est opérée par des substances aldéhydiques et cétoniques qui abondent dans les plantes. Comme, suivant les recherches classiques de MM. Berthelot et André, la réduction la plus énergique des azotates a lieu dans les feuilles, il est tout naturel de supposer, comme l'a fait M. A. Gautier, que le rôle principal dans ce phénomène appartient à l'aldéhyde formique qui résulte de la décomposition de l'acide carbonique dans les mêmes feuilles. Nous avons ainsi été amenés à envisager l'action de l'aldéhyde formique sur l'acide azotique.

» Le fait qu'il se forme de l'hydroxylamine, dans la réduction des acides azotique ou azoteux par les acides sulfureux ou hydrosulfureux, indique clairement que le passage de l'azote nitrique à l'azote ammoniacal peut avoir lieu par simple soustraction d'oxygène non suivie d'hydrogénation. En perdant de l'oxygène, l'acide azotique se transforme successivement en acide azoteux $O = Az - OH$ et acide hypoazoteux $O = AzH$, dans lequel, pour satisfaire à l'atomicité de l'azote, l'hydrogène doit déjà être directement lié à l'azote. Par une nouvelle soustraction d'oxygène, il resterait le groupe $= AzH$ qui fixerait immédiatement les éléments de l'eau pour

(1) E. LAURENT, *Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique*, 3e série, tome XXI, page 337.

donner de l'hydroxylamine. Il me semble que cette interprétation peut seule rendre compte de la formation de l'hydroxylamine dans la réduction de l'acide azotique par les réducteurs non hydrogénants.

» L'action de l'aldéhyde formique sur l'acide azotique doit être analogue à celle de l'acide sulfureux. Mais, au lieu de former un sel, comme dans cette dernière réaction, l'hydroxylamine, se trouvant en présence de l'aldéhyde formique qui se produit sans cesse dans les feuilles, s'y combinerait nécessairement pour donner de la formaldoxime $CH^2 = AzOH$, suivant la réaction connue. Mais les oximes manifestent une grande tendance à se transformer en amides, et la formaldoxime résultant de l'union de l'hydroxylamine et de l'aldéhyde formique pourrait bien se convertir en l'amide correspondante, la formiamide $CHO.AzH^2$. L'hypothèse suivant laquelle *la formaldoxime et la formiamide seraient les premiers termes quartenaires de la réduction des azotates dans les plantes,* semble donc être la conclusion logique tirée des faits connus. M. A. Gautier a interprété ainsi la production de l'acide cyanhydrique ou anhydride de la formiamide.

» Pour vérifier expérimentalement cette hypothèse, j'ai cherché à déterminer quels sont les produits azotés qui se forment dans la réduction de l'acide azotique par l'aldéhyde formique. Lorsqu'on fait agir à 80° ces deux substances l'une sur l'autre, il se produit une vive réaction avec dégagement de CO^2, AzO, Az^2O, Az et d'un gaz à odeur éthérée et brûlant avec une flamme verdâtre (azotite de méthyle). En faisant distiller dans le vide, il passe de l'aldéhyde formique, de l'acide formique, de l'alcool méthylique, et il reste dans la cornue quelques gouttes d'une huile jaunâtre à odeur caramélique « trioxyméthylène polymérisé » $[(CH^2O)^3]^2$ et quelques cristaux très déliquescents (azotate d'ammoniaque). Traité par la potasse caustique, le résidu dégage une faible quantité d'ammoniaque et de méthylamine reconnaissable à son odeur. Avec le trioxyméthylène, on obtient les mêmes produits, sauf l'azotite de méthyle et l'alcool méthylique. J'ai fait plus de cinquante expériences en variant chaque fois les conditions; mais le seul résultat obtenu, c'était une très faible réaction de formaldoxime dans les portions distillées. Il était évident que cette substance se détruisait à mesure qu'elle se formait. Finalement j'ai réussi à obtenir une quantité appréciable de formaldoxime en opérant comme suit : 5^{gr} de trioxyméthylène ont été mis en suspension dans 100^{cc} d'éther et traités pendant vingt-cinq heures à 20° par un courant très lent de gaz nitreux obtenu en décomposant l'azotite de soude solide par l'acide sulfurique concentré. Filtrée et abandonnée à elle-même dans des éprouvettes non bouchées, la solution éthérée a laissé déposer une substance blanche qui adhé-

rait au verre. Le liquide, décanté et neutralisé avec soin, a donné, à froid, les réactions suivantes : avec le chlorure ferrique, coloration rouge; avec le sulfate de cuivre, coloration verte; avec la liqueur Fehling, coloration verte, puis brune et finalement dépôt d'oxyde cuivreux; avec le bichlorure de mercure, précipité jaune se transformant rapidement en calomel; avec l'azotate d'argent, réduction instantanée. Suivant M. R. Scholl ([1]), qui a le premier préparé la formaldoxime, ce sont là les réactions qui caractérisent cette substance. Le dépôt dans les éprouvettes a été lavé par décantation à l'alcool et à l'éther. Chauffé vers 130°, il s'est volatilisé et s'est résolu en un liquide qui a donné les réactions de la formaldoxime. Chauffé brusquement à la flamme du gaz, il s'est volatilisé et s'est décomposé avec une série d'explosions et en répandant l'odeur d'acide cyanhydrique. Ce corps était donc le trioximidométhylène $(CH^2 = Az OH)^3$ de M. Scholl. Il est à la formaldoxime ce que l'aldéhyde formique est au trioxyméthylène.

» Quant à la formiamide, elle ne pouvait évidemment se retrouver comme telle dans le produit de la réaction. J'ai donc cherché à en obtenir quelque dérivé caractéristique et, en premier lieu, le dérivé chloromercurique analogue au même dérivé de l'acétamide préparé par M. André ([2]). Traitée par le bichlorure de mercure, la formiamide a donné un précipité jaunâtre, qui a été lavé à fond. Le précipité lavé contenait de l'azote et se comportait comme un sel mercureux. Séché jusqu'à poids constant, il a perdu la presque totalité de son azote et a donné à l'analyse des nombres correspondant au calomel. Un précipité absolument identique se forme dans l'action de l'aldéhyde formique sur l'acide azotique en présence de chlorure mercurique.

» Lorsqu'on expose au soleil une solution de formiamide additionnée de chlorure de platine, la solution jaune devient verte, ensuite brune, et laisse déposer du platine métallique.

» Le même phénomène s'observe quand on expose au soleil une solution de 25^{cc} d'aldéhyde formique dans 150^{cc} d'eau additionnée de 10^{cc} d'acide azotique et de $0^{gr},5$ de chlorure de platine, mais la solution verte paraît plus stable. Chauffée au bain-marie, elle redevient jaune et laisse déposer du platine, qui provient évidemment de la réduction du dérivé vert. Malheureusement, je n'ai pu isoler ce dérivé.

» Il résulte de ces expériences que la formaldoxime constitue effective-

---

([1]) *Berichte d. d. Chem. Ges.*, p. 573; 1891.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 115.

ment le premier terme quaternaire de la réduction de l'acide azotique par l'aldéhyde formique. Quant à sa transformation ultérieure en formiamide, mes expériences ne l'ont pas démontrée d'une façon absolue. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dénaturation rationnelle de l'alcool.* Note de M. **Georges Jacquemin**, présentée par M. Schützenberger.

« La question de l'emploi de l'alcool pour l'éclairage par incandescence agite en ce moment le monde des industriels et des agriculteurs. C'est qu'en effet une telle application sortirait l'industrie de l'alcool de la crise qui la ruine et rendrait toute sécurité à l'Agriculture, qui lui fournit les matières premières indispensables.

» Pour la réalisation de cette grande question, un nouveau procédé de dénaturation plus économique s'impose : il faut que le liquide dénaturant, d'un prix de revient inférieur, soit capable de rendre impossible pour la consommation l'usage de l'alcool, et incapable de nuire aux emplois industriels divers auxquels peut être appliqué l'alcool dénaturé. Il faut que les produits ajoutés pour cette dénaturation ne puissent être enlevés par précipitation à l'aide d'aucun réactif, ni séparés par distillation fractionnée. En d'autres termes, d'un alcool vraiment dénaturé on ne devra pouvoir régénérer de l'alcool pur et exempt de toute odeur par aucun procédé.

» Il résulte de mes expériences, que je crois devoir soumettre à l'Académie, vu l'importance de la question, que l'emploi, pour la dénaturation de l'alcool, des sulfhydrates ou des sulfures de radicaux alcooliques, aldéhydiques, acétoniques ou phénoliques, soit seuls, soit mélangés avec d'autres substances dénaturantes, paraît donner d'excellents résultats.

» Le produit sulfuré que j'ai surtout expérimenté, et dont je recommande particulièrement l'emploi, c'est l'*huile sulfurée indifférente de Zeiss*, qui s'obtient par distillation de dissolutions concentrées de sulfovinate de baryte et de sulfure de baryum. Cette huile (trihydrate de sulfhydrate d'éthyle) n'est précipitée par aucun réactif. Le produit brut, mélangé d'un onzième de mercaptan, bout de 70° à 102° et réalise le caractère essentiel du dénaturant; il semble bien évident que l'addition de cette substance ne permettra plus à l'alcool de sortir pur par distillation fractionnée.

» Cinq grammes d'huile sulfurée indifférente de Zeiss m'ont paru suffire pour dénaturer un hectolitre d'alcool à 90°. L'odeur est suffisamment infecte pour rendre l'alcool impossible pour la consommation. Elle n'est pas

assez accentuée et désagréable à cette dose pour gêner son emploi comme éclairage dans des lampes à incandescence ménagères. Le prix de revient de cette dénaturation ne dépasserait pas *quinze centimes* par *hectolitre* d'alcool.

» Ce nouveau dénaturant ne diminue en rien le pouvoir éclairant de l'alcool, et les traces impondérables d'acide sulfureux, qui peuvent résulter de la combustion d'un poids infinitésimal (*une goutte* par litre d'alcool) de ce corps sulfuré, ne peuvent nuire absolument en rien à cette application. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les sondages profonds de Charmoy (Creusot) et de Macholles près Riom (Limagne).* Note de M. **A. Michel Lévy**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Deux sondages profonds, dépassant 1000^m, ont été récemment terminés en France. En raison même de leur profondeur et des terrains intéressants dans lesquels ils se sont arrêtés, il m'a paru utile de déterminer le degré géothermique moyen auquel ils correspondent.

» Le sondage de Charmoy a été entrepris par MM. Schneider et C^ie qui en ont confié l'exécution à MM. de Hulster frères et qui ont bien voulu m'autoriser à en étudier la température.

» Ouvert à une altitude de 312^m environ, dans les schistes permiens inférieurs de Charmoy (γ_{11} de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$), à quelques mètres d'une faille qui fait buter ces schistes contre les grès rouges permiens supérieurs, ce sondage a traversé 1104^m de Permien inférieur, composé de schistes, de grès et de conglomérats; puis il a pénétré d'environ 65^m dans la granulite massive, éruptive et a été arrêté à une profondeur totale de $1167^m,87$, plusieurs jours avant mes expériences.

» A 1101^m, on a rencontré une source artésienne dont le débit, à l'orifice du sondage, est d'environ 14^{mc} en vingt-quatre heures et dont la température est actuellement, à ce même orifice, de $21°,5$.

» La granulite du fond du sondage est blanche, à gros grain, à muscovite abondante. L'examen microscopique y décèle les minéraux suivants : *biotite* en majeure partie décolorée et transformée en *chlorite* et en *anatase;* cette biotite contient de petits cristaux d'*apatite* et de *zircon*; *albite* nettement caractérisée par ses propriétés optiques, en cristaux maclés suivant les lois de l'albite, de la péricline et de Carlsbad, extraordinairement brisés et corrodés. Ces divers minéraux, automorphes, sont moulés par les minéraux suivants, généralement xénomorphes : *microcline* abondant, passant par des gradations insensibles à des plages dépourvues de macles apparentes; *orthose* craquelé rare; *quartz* à extinctions onduleuses, à bords dentelés, visiblement froissé et dynamométamorphique; *muscovite* à deux axes écartés, généralement groupée avec le mica noir.

» Cette granulite albitique, qui rappelle certaines variétés des bords sud du bassin (Montchanin), est traversée par de petites veinules noirâtres, composées d'une brèche de friction des éléments de la granulite, cimentée par de la séricite, et parfois chargée d'un peu de pyrite de fer.

» Pour déterminer la température au fond de ce sondage, j'ai employé des thermomètres à déversement, du genre de celui de Walferdin, modifiés et agencés d'une façon analogue à ceux qui ont servi aux expériences de M. Dunker dans les sondages du Sperenberg et de Schladebach. J'ai eu soin d'empêcher, autant que possible, la circulation des eaux, et de descendre les géothermomètres dans des outils légers et largement ouverts inférieurement et latéralement. La température constatée a été de 53°,7 et je la crois exacte à 0,2 près.

» Une source très froide, jaillissant à quelques mètres du sondage, m'a donné, le 2 juin 1896 (1), 9°,5. En supposant qu'elle représente la température moyenne du lieu et qu'elle provienne d'une profondeur de 20^m, le degré géothermique moyen du sondage de Charmoy serait de 26^m.

» Il est intéressant de rappeler qu'en 1856 Walferdin (2) a procédé à des expériences analogues sur deux sondages voisins de celui de Charmoy, ouverts et terminés dans le Permien.

» Je résume ici les données acquises pour ces sondages très comparables à celui que je viens d'étudier :

» Le sondage de la Mouillelongue, altitude 321^m, a traversé 321^m de grès rouges, puis 495^m de schistes noirs alternant avec des bancs d'arkose rosée, appartenant au Permien inférieur, dans lequel il s'est arrêté à 816^m de profondeur. Température (moyenne) observée par Walferdin, 38°,4, correspondant, pour les données précédemment adoptées, à un degré géothermique de $27^m,43$.

» Le sondage de Torcy, altitude 310^m, a traversé de 400^m à 500^m de grès rouges et s'est arrêté à 595^m de profondeur, dans les schistes permiens inférieurs. Walferdin n'a pu atteindre qu'une profondeur de 554^m, à cause d'éboulements antérieurs; la température y était de 27°,2, correspondant à un degré géothermique moyen de $30^m,17$.

» On voit, par le résultat du sondage de la Mouillelongue, que le degré géothermique du sondage de Charmoy n'est pas un fait isolé dans le bassin du Creusot.

---

(1) Température extérieure à l'ombre, 21°,1.

(2) *Comptes rendus*, t. XLIV, 11 mai 1857.

» Le sondage de Macholles, près Riom, a été entrepris par MM. de Clercy, directeur, et Charlon, ingénieur, dans le but de rechercher le pétrole à la base de la formation tertiaire de la Limagne.

» Situé à quelques mètres du point marqué à l'altitude 328 sur la Carte d'État-Major entre le hameau de Macholles et la Maison Pérol, le sondage se trouve en pleine Limagne, à 3^{km} à l'est des derniers contreforts basaltiques de Chateaugay. Il a traversé 4^m de terre végétale et d'alluvions, environ 700^m de calcaires d'eau douce (étage m_{1-b} de la Carte géologique) alternant avec des marnes schisteuses faisant effervescence; puis environ 300^m de grès siliceux et d'arkoses très fines qui ne paraissent pas assimilables aux arkoses inférieures m_{11}. A 1002^m de profondeur, le sondage est rentré dans une série alternante de schistes calcifères et de calcaires à silex, parfois un peu pyriteux et ligniteux (1117^m). A 1119^m, ces schistes se sont mêlés de boues salifères analogues aux dépôts des salses, et le sondage a été arrêté à 1160^m dans un mélange de marnes schisteuses et de boues salifères. A 985^m, on a constaté des suintements notables d'un pétrole lourd, mêlé de bitume.

» Un accident, survenu aux tiges, empêche de descendre actuellement au-dessous de $1005^m,66$, et le sondage est envasé jusqu'à ce niveau. Le travail au trépan est arrêté depuis plusieurs mois; on essaie de pomper l'eau salée mêlée de quelques litres de pétrole et de bitume, pour vider autant que possible le sondage et diminuer la pression hydrostatique. Le premier jour de nos essais, 377^m de tiges ont été remontées non mouillées; les autres étaient enduites de pétrole. Le second jour, après vingt-quatre heures écoulées, 251^m de tiges ont été remontées sèches. Le débit est donc très minime et doit atteindre environ 1^{mc} par vingt-quatre heures. Les infiltrations, d'ailleurs peu abondantes, d'un ruisseau voisin, l'établissent à la longue, à quelques mètres au-dessous de l'orifice du sondage.

» Les expériences, faites au moyen des géothermomètres, ont donné des résultats peu satisfaisants parce que le pétrole distille dans la panse et même dans la partie capillaire du thermomètre de Walferdin, une fois ouvert. Nous avons trouvé à $1005^m,66$, le 12 juin 77°,2 et le 13 juin 78°, avec cet appareil. Mais l'enduit de pétrole lourd doit gêner la chute des dernières gouttelettes de mercure et ces chiffres ne pouvaient être considérés que comme des minima. Pour obtenir une détermination plus précise, je me suis décidé à placer un thermomètre de Walferdin dans un tube d'acier hermétiquement fermé au moyen d'un boulon dont la tête laminait une rondelle de plomb. L'opération a parfaitement réussi et, après un séjour d'une heure à $1005^m,66$ de profondeur, l'appareil a été retiré intact. Il a donné une température de 79°,1 d'ailleurs corroborée par la chaleur des tiges en pitch-pin qui remontent extraordinairement chaudes, une heure un quart après avoir quitté cette grande profondeur.

» En supposant pour la température moyenne du lieu les mêmes

données qu'à Charmoy, on trouve un degré géothermique de $14^{m},16$.

» Il est évident que ce degré géothermique, de plus de moitié inférieur à la moyenne, est dû aux dernières manifestations volcaniques, fumerolles carburées, sources thermales, etc., dont la Limagne est encore le théâtre. Ni la proximité des épanchements basaltiques de Chateaugay, ni le voisinage des puys quaternaires (La Nugère est à 12^{km} à l'ouest du sondage) ne nous paraissent devoir être invoqués à ce point de vue; ce sont les éruptions spéciales à la Limagne, basaltes et pépérites, qui semblent être les facteurs dominants de cette élévation des courbes géothermiques. Il n'est pas sans intérêt de rappeler que l'âge de ces éruptions est encore incertain et a été considéré comme pouvant remonter jusqu'à l'Oligocène. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la région de Diego Suarez (Madagascar).*
Note de M. **R. Bourgeois**, présentée par M. Bassot.

« Le massif de la montagne d'Ambre forme au point de vue orographique un tout nettement distinct du reste de l'île de Madagascar.

» Cette région est, en effet, séparée de la grande terre par un seuil plat, d'une dizaine de kilomètres de large, légèrement en dos d'âne, dont la zone culminante atteint à peine 400^{m} d'altitude et où la ligne de partage des eaux, entre les versants maritimes est et ouest, est si peu marquée que deux cours d'eau qui se déversent l'un dans l'océan Indien, l'autre dans le canal de Mozambique, communiquent entre eux, à leur origine, au moment de la saison des pluies.

» Cette importante dépression forme à l'est la basse vallée du Rodo (12°38' latitude), et à l'ouest la vallée de l'Andranotilihina, grand affluent de l'Ankarana et la basse vallée de ce dernier cours d'eau (12°52' lat.).

» Il est à remarquer que le Rodo et l'Ankarana, rivières de fort débit, prennent chacune leur source bien au sud de la dépression; leurs hautes vallées très étroites, et de direction générale sud-nord viennent aboutir à la région de plaine; là, les cours d'eau se redressent, normalement à leur direction primitive pour s'écouler vers la mer.

» Quant aux nombreux cours d'eau qui descendent du massif d'Ambre, ils se déversent, au nord, à l'est et à l'ouest, dans l'océan Indien; aucune rivière importante n'alimente le Rodo ou l'Ankarana sur leur rive nord; leurs affluents proviennent, presque tous, du massif montagneux du sud qui semble être l'extrémité nord de la grande chaîne dorsale de Madagascar.

» Le massif de la montagne d'Ambre proprement dit se présente, vu de la mer ou de Diego Suarez, sous la forme d'une imposante chaîne, dont la crête se profile en une série de pitons; le plus élevé d'entre eux atteint l'altitude de 1400^{m} environ. Ce massif est, au dire des personnes qui y ont pénétré, constitué par des roches éruptives, laves et basaltes; par contre, les avant-chaînes et les collines, qui, au nord, à l'est et à l'ouest, forment, soit les nombreux promontoires qui s'avancent dans l'océan Indien, soit la chaîne côtière de l'est (altitude maximum 500^{m}), sont exclusivement composées par les terrains secondaires de la série jurassique et de la série crétacée. Les strates sont partout horizontales et n'ont été remaniées par aucun soulèvement. Les ammonites et les bélemnites abondent dans certaines couches ([1]).

» La masse éruptive de la montagne d'Ambre est ainsi entourée sur ses trois faces, nord, est et ouest, d'une ceinture de terrains sédimentaires; son versant sud, au contraire, particulièrement intéressant, est bordé par une ligne de cratères, analogue à la chaîne des puys d'Auvergne; l'axe de cette chaîne volcanique est parallèle à celui de la grande dépression, dont les volcans forment la lisière nord. Ces cratères ont donné autrefois émission à des coulées de laves, coulées actuellement semblables aux *cheyres* du Plateau central de la France; ces laves forment, en outre, par places, des amoncellements de blocs; ailleurs, elles ont été brisées, arrachées et entraînées par les eaux et se trouvent à fleur de sol en fragments plus ou moins volumineux.

» L'ensemble de ces faits paraît indiquer que le massif d'Ambre, soulèvement volcanique ancien, a été primitivement une île séparée de Madagascar par un détroit vraisemblablement peu profond. Ce massif isolé a été rattaché, plus tard, à la grande terre par les sédiments de la mer secondaire et par les débris charriés par les eaux; le détroit s'est peu à peu comblé et transformé en isthme.

» Le Rodo et l'Ankarana débouchaient primitivement dans le détroit; leurs basses vallées sont devenues plus tard les canaux de déversement de l'isthme nouvellement formé.

» Les montagnes qui se dressent au sud de la dépression Rodo-Ankarana affectent dans leur ensemble la forme d'une patte d'oie s'épa-

---

([1]) Les échantillons minéralogiques et paléontologiques ont été envoyés à M. le D^{r} Bleicher, professeur d'Histoire naturelle à l'École de Pharmacie militaire de Nancy, qui doit les déterminer.

nouissant vers le nord. Les vallées y sont étroites et profondes; la forme arrondie des sommets paraît indiquer une formation granitique. Les altitudes vont rapidement en croissant; les premiers contreforts atteignent la cote 400; le pic qui domine les sources du Rodo (lat. = 13°10′) est à l'altitude de 730ᵐ environ.

» La dépression Rodo-Ankarana communique, dans sa partie est, avec la baie de Diego, par une large trouée allant du sud au nord, comprise entre la montagne d'Ambre proprement dite et la chaîne calcaire parallèle à la côte est. Cette trouée est due au travail des eaux qui ont fortement érodé, dans la région est, les formations sédimentaires et ont notamment détaché, du nord de la chaîne côtière, trois pitons isolés remarquables : le pic d'Ambohimarina, le mont Carré et le mont Raynaud.

» Il n'existe pas sur la côte ouest de trouée d'érosion analogue; les nombreuses ramifications de l'avant-chaîne de la montagne d'Ambre se prolongent jusqu'à la mer et sont séparées par des vallées perpendiculaires à la direction de la côte. »

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports qui existent entre le premier sillon de segmentation et l'axe embryonnaire chez les Amphibiens et les Téléostéens.* Note de M. E. **Bataillon.**

« Un œuf de Poisson particulièrement favorable à l'observation sur le vivant, c'est l'œuf de Vairon. La concentration du germe au pôle supérieur, après la fécondation, entraîne généralement un mouvement de bascule qui s'observe très bien au bout d'une heure ou une heure et demie. L'ensemble figure une gourde inclinée, dont le renflement supérieur qui correspond au germe est latéro-dorsal ou nettement latéral. *Le premier sillon est toujours vertical.* Or les œufs à germe latéral repérés soigneusement donnent tous une ébauche embryonnaire horizontale. Mais il n'est pas rare que la première segmentation corresponde à un point antérieur à l'extérmité céphalique. *On ne peut donc pas dire que le premier sillon coupe l'axe embryonnaire en une moitié antérieure et une moitié postérieure : il est seulement perpendiculaire au plan horizontal passant par cet axe.* Des observations concordantes ont été faites sur la Vaudoise, la Rousse, la Perche.

» L'œuf d'Amphibiens a donné lieu à de nombreuses discussions. A la lumière des lois d'Hertwig, j'ai entrepris sur les deux genres Rana et Bufo des expériences nombreuses où l'on verra prochainement une confirmation

presque complète des résultats de Pflüger. Contrairement à l'opinion de Rauber et conformément à celle de Pflüger, Born, Roux, *le premier sillon de segmentation est dirigé suivant l'axe de l'embryon :* c'est l'inverse de ce que nous avons vu pour l'œuf de Poisson.

» Pour l'intelligence des faits, l'expérimentation est précieuse, et les observations doivent dépasser la première division. Pflüger avait déjà remarqué que, sur les œufs comprimés latéralement entre deux lames, le premier sillon est, comme toujours, vertical et perpendiculaire aux lames, mais que le deuxième, au lieu d'être vertical et en croix avec le premier, apparaît horizontalement. C'est le troisième qui coupera le premier suivant la direction de la pesanteur (notons que le déplacement est fatal et rigoureusement conforme aux lois d'Hertwig).

» Ainsi, l'ordre d'apparition des sillons n^{os} 2 et 3 se trouve interverti. Or un fait important, qui a échappé à Pflüger, c'est le suivant : *Tous les œufs pressés suffisamment entre deux lames pour avoir le deuxième sillon horizontal donnent, si on les décomprime pour les laisser évoluer, un embryon perpendiculaire au premier plan de division.*

» Born et Roux, observant accidentellement cette orientation anormale à la fin du frai, supposent que le deuxième sillon serait apparu avant le premier. Sans vouloir discuter cette idée, je signale une relation constante entre le déplacement du deuxième sillon dans les cas de compression et la position de l'axe; et j'ai quelque raison pour penser que cette modification est l'origine de la perturbation définitive.

» Une expérience très simple montrera qu'il en est bien ainsi, que l'ordre d'apparition des deux sillons verticaux n'est pas changé; que, au contraire, du rang occupé par le premier sillon horizontal dépend l'orientation de l'axe suivant les deux perpendiculaires. Il suffira de décomprimer les œufs aussitôt après la première segmentation, pour avoir les autres normales, et l'embryon dirigé normalement. Ces résultats présentent un double intérêt : ils vérifient rigoureusement la loi d'Hertwig; ils montrent une relation déterminée entre la marche de la division et le futur axe embryonnaire.

» Comment comprendre cette relation? Autant qu'on peut les observer les segmentations se succèdent suivant un ordre régulier : *Chaque sillon coupe les précédents d'ordre pair, s'il est lui-même impair, et inversement.* La règle s'appliquera aussi bien aux Amphibiens qu'aux Poissons.

» Voici ce qui arrive pour l'œuf de Poisson. Que le blastoderme soit dès le début allongé perpendiculairement à la première cloison, qu'il repro-

duise à la deuxième division des déplacements comme ceux qui s'observent pour les œufs elliptiques, dans tous les cas, le germe accuse bientôt un grand axe, parce que les segmentations qui se succèdent, suivant le principe énoncé plus haut, se trouvent toujours en avance et en prédominance dans cette direction. De là la forme rectangulaire du blastoderme au stade à 8 éléments, disposés en deux séries, forme encore très nette quand les sillons de cinquième ordre dessinent le stade 32. La migration des éléments à la surface du vitellus, sur laquelle j'aurai à revenir, laisse persister cette prédominance suivant un *axe* que j'appellerai *primitif*, parce qu'il est marqué dès le premier cloisonnement; et l'embryon reste dirigé suivant cet axe.

» Chez l'œuf d'Amphibien, dans les conditions normales, le troisième sillon horizontal trouble le plan qui vient d'être esquissé, et l'*axe primitif* ne peut correspondre à celui de l'embryon. La figure classique de la division, avec ses sillons méridiens coupés par des cercles horizontaux, est beaucoup trop schématique. Des déplacements peuvent se produire dès le stade 4 ou le stade 8. On les constate tôt ou tard, et l'arrangement le plus fréquent au stade 16 est le suivant. Les sillons du quatrième ordre perpendiculaires au troisième viennent couper le premier à une certaine distance de part et d'autre du sillon n° 2. Dès ce moment, le *blastoderme a un axe dessiné suivant le premier plan de segmentation*. Rien d'étonnant à ce que la segmentation en prédominance dans cette direction détermine l'axe embryonnaire.

» Pour l'œuf comprimé entre deux lames verticales et affectant la forme d'un ellipsoïde de révolution très aplati, ce sera l'inverse. Le deuxième sillon étant horizontal et le troisième vertical, ce dernier sera coupé par le quatrième conformément à la loi d'Hertwig, de façon à déterminer un axe perpendiculaire au premier sillon. Ainsi, dans les deux cas observés, les deux directions qu'affecte l'embryon par rapport au premier plan de segmentation relèvent de lois inéluctables.

» L'étude comparée et surtout l'expérimentation sur les œufs d'Amphibiens rendent donc facile l'interprétation de résultats exacts et en apparence contradictoires.

» Pflüger, Born, Roux, soutiennent avec raison que le premier sillon de l'œuf d'Amphibien est dirigé suivant l'axe longitudinal de l'embryon, et Fusari, qui admet pour *Cristiceps argentatus* une orientation inverse, a tort d'étendre ses conclusions à la Grenouille, en adoptant l'opinion erronée de Rauber. La même loi s'applique dans tous les cas, et cette loi, dont les

termes demanderont à être précisés pour divers cas particuliers, peut être provisoirement formulée de la manière suivante :

» *Chez les œufs sphériques à segmentation totale qui ont les deux premiers sillons verticaux et le troisième horizontal, le premier plan de division passe par le plan de symétrie du futur embryon.*

» *Chez les œufs à segmentation partielle et discoïdale qui n'ont pas le troisième sillon perpendiculaire aux deux premiers, le premier plan de division est perpendiculaire au plan de symétrie des futurs embryons.* »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Tuberculose expérimentale atténuée par la radiation Röntgen.* — Note de MM. **L. Lortet** et **Genoud**, présentée par M. A. Chauveau.

« Toutes les personnes qui s'occupent de Microbiologie connaissent les remarquables recherches de M. Arloing d'une part, de M. Duclaux d'autre part, sur l'influence atténuante et destructive de la végétabilité qu'exerce, à l'égard de certaines bactéries, une exposition plus ou moins prolongée à l'influence de la radiation solaire.

» Il était donc permis de croire que les rayons Röntgen, qui impressionnent si énergiquement la plaque photographique, ne resteraient point inactifs s'ils étaient mis en présence de bactéries pathogènes. Mais l'expérimentation ne pouvait se faire que sur des animaux vivants, car nous avions constaté la résistance considérable que les tubes à cultures, même très minces, opposent à la pénétration des rayons X.

» L'expérience suivante montre que nous ne nous étions pas trompés :

» Le 23 avril 1896, huit cobayes de taille moyenne et à peu près du même âge sont inoculés au pli inguinal droit, après les précautions d'usage d'une antisepsie rigoureuse, avec du bouillon dans lequel on a trituré une rate d'un cobaye manifestement tuberculeux.

» Le 25 avril, trois cobayes pris au hasard dans ce lot d'animaux inoculés sont attachés sur une planchette, les jambes écartées, couchés sur le dos, et présentant au tube radiant la région inguinale injectée.

» La même opération est répétée chaque jour, pendant une heure au moins, depuis le 25 avril jusqu'au 18 juin.

» Le 9 juin, les cinq cobayes témoins présentent au membre inoculé des abcès ganglionnaires qui se sont ouverts spontanément et qui laissent écouler une suppuration blanchâtre. Les ganglions inguinaux du côté malade sont mous, empâtés au milieu des tissus circonvoisins.

» Les trois animaux traités n'ont point d'abcès et leurs ganglions inguinaux sont durs, régulièrement circonscrits.

» Le 18 juin, les cinq témoins suppurent abondamment au pli de l'aine ou à la cuisse. Ils ont fortement maigri.

» Les trois cobayes en traitement sont au contraire en très bon état. Ils ont augmenté de poids; leurs ganglions inguinaux, de petit volume, se ratatinent de jour en jour, sont parfaitement limités et ne présentent aucune tendance à la suppuration.

» L'autopsie seule pourra nous montrer ce qu'est devenue la tuberculose chez ces derniers animaux. Nous n'avons évidemment pas la prétention de croire que nous en ayons fait disparaître toutes les propriétés nocives.

» Mais en attendant les résultats donnés par l'examen nécropsique, nous croyons avoir le droit de dire que la radiation Röntgen a modifié le développement aigu de la tuberculose et en a transformé heureusement les allures chez les cobayes mis en expérience.

» Ce résultat, quelque incomplet qu'il soit, peut cependant, pensons-nous, autoriser à soumettre à l'influence des rayons Röntgen des tuberculoses superficielles et limitées à la plèvre, ainsi que les ganglions tuberculeux du mésentère.

» L'expérimentation nous a en effet prouvé qu'avec une instrumentation convenable et des piles assez puissantes, les parois thoraciques ainsi que les poumons sont traversés avec la plus grande facilité par les rayons X. Ceux-ci passent aussi très rapidement à travers les masses intestinales même remplies par les matières alimentaires.

» Il serait donc logique et facile d'essayer sur ces régions tuberculisées, chez des enfants surtout, l'influence heureuse que nous avons constatée sur les cobayes tuberculisés expérimentalement. »

M. E. Vial adresse une Note ayant pour titre : « Observation sur le nombre π ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 29 JUIN 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Quelques propriétés des racines secondaires des nombres premiers*. Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Convenons, pour abréger le discours et par analogie, d'appeler *racines secondaires* d'un nombre premier p les nombres qui, relativement à ce module, appartiennent à *un même* exposant i, diviseur de $p-1$. Les théorèmes que j'ai donnés dans ma dernière Communication [1] s'étendent

[1] Voir la séance du 20 juin 1896 (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1451), où il faut lire : p. 1453, ligne 5 en remontant, $\frac{p-1}{2}$ au lieu de $p-1$; p. 1455, ligne 8, $2n+1$ au lieu de $2+1$, et supprimer, comme inutile, la deuxième phrase du premier alinéa de la page 1453, lignes 3, 4 et 5.

avec quelques modifications de détail, mais en conservant leur caractère général, aux racines secondaires. Ainsi :

» THÉORÈME VI. — *Le produit ab de deux racines secondaires, d'exposant* pair i, *appartient, soit à l'exposant* $\frac{i}{2}$, *soit à l'un de ses diviseurs* (*y compris l'unité*), *mais jamais à l'exposant i lui-même*.

» La démonstration étant absolument pareille à celle du théorème I concernant le produit de deux racines primitives, je m'abstiens de la répéter.

» *Exemple* : $p = 89$; les diviseurs pairs de $p - 1$ sont 44, 22, 8, 4 et 2. On vérifie que, conformément à la règle :

» Les produits binaires des vingt racines d'exposant 44 appartiennent, à l'exclusion de tous autres, aux exposants 22, 11 et 1;

» Ceux des dix racines d'exposant 22 appartiennent à 11 et à 1;

» Enfin, le produit des deux seules racines d'exposant 4 appartient à l'exposant 1, c'est-à-dire est congru à l'unité (module p).

» COROLLAIRE. — *Le produit d'un nombre pair de racines secondaires d'exposant pair i, appartient, soit à* $\frac{i}{2}$, *soit à l'un de ses diviseurs*.

» THÉORÈME VII. — *Le produit ab de deux, ou d'un nombre pair quelconque de racines secondaires d'exposant* impair *i appartient, soit à i, soit à l'un de ses diviseurs*.

» En effet, on a, par hypothèse et sans réduction possible de l'exposant, dans le cas de deux facteurs,

$$a^i \equiv 1 \quad \text{et} \quad b^i \equiv 1 \quad (\text{mod} p);$$

d'où

$$(ab)^i \equiv 1 \quad (\text{mod} p);$$

ab appartient donc à l'exposant i, ou à l'un de ses diviseurs, mais comme i est impair, on n'a plus la faculté d'écrire comme lorsqu'il est pair,

$$a^{\frac{i}{2}} \equiv -1 \quad \text{et} \quad b^{\frac{i}{2}} \equiv -1,$$

d'où résultait, par la multiplication,

$$(ab)^{\frac{i}{2}} \equiv 1 \quad (\text{mod} p);$$

ab peut d'ailleurs appartenir à un diviseur $\frac{i}{n}$ de i, puisque, par l'élévation à la puissance n, la congruence $(ab)^i \equiv 1$ se trouverait satisfaite.

» *Exemple* : $p = 31$, $i = 15$. Sur les vingt-huit produits binaires des huit racines secondaires de 31, d'exposant 15, huit appartiennent à cet exposant, douze à l'exposant 5, quatre à l'exposant 3 et quatre à l'exposant 1.

» Même démonstration pour 4, 6, ... facteurs.

» Théorème VIII. — *Le produit abc de trois racines secondaires a, b, c, de même exposant i, appartient, soit à i, soit à l'un ou à l'autre de ses diviseurs.*

» La démonstration est la même que pour trois racines primitives.

» *Exemple* : $p = 31$, $i = 15$. Sur les cinquante-six produits ternaires des huit racines secondaires d'exposant 15, quarante appartiennent à cet exposant, huit à 5, huit à 3 et aucun à l'unité.

» Corollaire. — *Le produit d'un nombre impair quelconque de racines secondaires, d'exposant impair i, appartient à i, ou bien à l'un ou à l'autre de ses diviseurs.*

» Même démonstration que pour trois facteurs.

» *Exemple* : $p = 31$, $i = 15$. Sur les cinquante-six produits 5uples des racines secondaires d'exposant 15 du nombre 31, quarante-deux appartiennent à 15, six à 5, huit à 3, aucun à l'unité.

» Les produits 7uples de ces mêmes racines appartiennent tous à l'exposant 15.

» D'où l'on voit qu'au fur et à mesure que s'élève l'ordre de multiplicité du produit, le nombre relatif des produits appartenant à i s'accroît à son profit, tandis qu'il décroît pour les diviseurs de i.

Théorème IX. — *Le produit de toutes les racines secondaires, quels que soient les exposants auxquels elles appartiennent, est* $\equiv -1 \pmod{p}$.

» En effet, p étant un nombre premier impair, on a, par le théorème de Wilson : $1.2.3.4\ldots(p-1) \equiv -1 \pmod{p}$.

» Si l'on divise ce produit par celui de toutes les racines primitives, que l'on sait être $\equiv +1$, le quotient exprime le produit de toutes les racines secondaires, et l'on voit qu'il est $\equiv -1 \pmod{p}$.

» Théorème X. — *La somme de* toutes *les racines secondaires, sans distinction de l'exposant auquel elles appartiennent, est* $\equiv 0$, *ou à* ± 1 (mod. p.), *savoir* : $\equiv 0$, *quand* $p - 1$ *est divisible par un carré;* $\equiv +1$, *quand* $p - 1$ *est le produit d'un nombre impair de facteurs inégaux, et* $\equiv -1$, *quand ces facteurs inégaux sont en nombre pair.*

» En effet, soit :

$$S = 1 + 2 + 3 + \ldots + p - 1$$

la somme des $p-1$ premiers nombres. On sait que $S \equiv 0$ (mod. p.), puisque $p-1$ est pair. Si l'on retranche de S la somme Σ des racines primitives, $S - \Sigma = \Sigma'$ sera la somme de toutes les racines secondaires, y compris celle d'exposant 2. Or Σ est $\equiv 0$, -1 ou $+1$ dans les trois circonstances respectives précitées ([1]). Donc Σ' le sera, respectivement dans les mêmes cas, à 0, $+1$ ou -1.

» Théorème XI. — *Le produit de toutes les racines secondaires, qui appartiennent à un seul et même exposant i, est congru à* $+1$ (mod. p.).

» En effet, on sait que, si un nombre $\alpha < i$ est premier à i, il en est de même de son complément $\alpha' = i - \alpha$; d'ailleurs, lorsque i est pair, $\frac{i}{2}$ n'est pas premier à i, sauf le cas de $i = 2$, que nous regarderons comme exclu. Donc, parmi les $i-1$ nombres $1, 2, 3, 4, \ldots, (i-1)$, tous ceux $1, \alpha, \beta, \gamma, \ldots$ qui sont premiers à i se partagent en groupes composés chacun de deux complémentaires, tels que α, α'; par suite, leur nombre total est toujours pair. On en conclut que :

» 1° Les racines secondaires appartenant à un même exposant i (aussi bien que les racines primitives) sont toujours en nombre pair, sauf pour $i = 1$ et $i = 2$; car elles proviennent, sans exception, des puissances de l'une quelconque a d'entre elles, élevée successivement aux puissances marquées par les exposants $1, \alpha, \beta, \gamma, \ldots$.

» 2° Ces racines peuvent être associées deux à deux (comme l'a fait Euler) par leurs exposants complémentaires à i, de telle sorte que l'on ait $a^{\alpha}.\, a^{i-\alpha} = a^{i} \equiv 1$ (mod. p); d'où l'on voit que non seulement le produit de toutes les racines, en nombre N, est congru à l'unité, comme l'énonce le théorème, mais encore que ce produit général se partage lui-même en $\frac{N}{2}$ produits binaires, dont chacun jouit de la même propriété.

» Quant à la somme des racines de même exposant quelconque i (diviseur de $p-1$), elle est congrue, à 0, $+1$ ou -1, dans les conditions qu'énonce le théorème X, mais inverses pour ce qui concerne les signes $+$ et $-$ de l'unité, parce que la racine $p-1$, d'exposant 2, ne fait plus ici partie de la somme. La démonstration dérive, *mutatis mutandis*, de celle que Gauss a donnée pour les racines primitives (*Disq.*, n° 81), et il est inutile de la reproduire.

» *Exemple* : $p = 19$; $i = 9$. — Les six nombres, premiers à 9 et infé-

---

([1]) Gauss, *Disq.*, n° 81.

rieurs à 9, sont 1, 2, 4, 5, 7, 8. Prenons pour *base* le nombre 4, qui est l'une des racines secondaires de 19 pour l'exposant 9; les trois groupes de racines associées sont : $4^1 = 4$ avec $4^8 \equiv 5$; $4^2 = 16$ avec $4^7 \equiv 6$; et $4^4 \equiv 9$ avec $4^5 \equiv 17$; et les trois produits binaires 4.5, 16.6, 9.17 sont $\equiv 1$ (mod. 19), comme l'est aussi le produit total 4.5.16.6.9.17.

» La somme des six racines est $4 + 5 + 6 + 9 + 16 + 17 \equiv 0$ (mod. 19), et l'on est dans le premier cas du théorème, puisque $i = 9$ est un carré. Pour $i = 6$, on eût obtenu les deux racines 8 et 12, dont la somme est $\equiv + 1$ (mod. 19), tandis que, pour $i = 3$, les deux racines 7 et 11 ont une somme $\equiv - 1$ (mod. 19). Le nombre $6 = 2.3$ se compose en effet de *deux* (nombre pair) facteurs simples, tandis que le nombre 3 ne se compose que d'*un* seul (nombre impair).

» Appendice. — Voici, pour terminer cette étude et à titre de simple renseignement, trois *inductions*, vérifiées par moi sur tous les nombres premiers des deux premières centaines et sur un assez grand nombre d'autres, pris isolément et au hasard dans les hectades supérieures, mais dont je laisse à de plus habiles le mérite de prouver la vérité ou la fausseté :

» 1° Le nombre 2 n'est jamais racine primitive d'un nombre premier ayant l'une des quatre formes $24t + (1, 7, 17, 23)$, où $t = 0, 1, 2, 3, \ldots$.

» 2° Le nombre 3 n'est jamais racine primitive d'un nombre premier ayant l'une des quatre formes $24t(1, 11, 13, 23)$;

» 3° Le nombre 5 n'est jamais racine primitive des nombres premiers de la forme $30t + (1, 11, 19, 29)$.

» Ceci, bien entendu, ne signifie pas que, outre les nombres premiers ainsi qualifiés, il n'y en ait pas d'autres comportant les mêmes exclusions respectives de 2, de 3, ou de 5; il en existe, au contraire, mais qui n'appartiennent pas, comme ceux-ci, à des formes générales nettement définies. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Formules du coefficient des frottements intérieurs, dans l'écoulement tumultueux graduellement varié des liquides.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. Dans les cas de la section circulaire et demi-circulaire [1], la loi simple d'accroissement de ε vers l'axe, exprimée par le dernier facteur $\frac{R}{r}$,

[1] *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 1445.

ne peut plus s'appliquer aux petites distances r de l'axe, où elle conduirait à supposer une agitation presque infinie, physiquement inadmissible. Mais elle n'y donne aucun frottement très grand par unité d'aire, vu que la vitesse relative du glissement moyen local des couches y décroît jusqu'à zéro, par raison de continuité et de symétrie. Aussi n'en résulte-t-il, dans le mode de distribution des vitesses, qu'une altération locale à peine perceptible. Il est toutefois désirable, en vue de l'approximation plus grande que rendent possibles les récentes observations, de corriger cette loi trop simple de la proportionnalité inverse de ε au rapport $\frac{r}{R}$; nous le ferons par la substitution, à ce rapport, d'une fonction un peu différente $\frac{r}{R}+\psi\left(\frac{r}{R}\right)$, où la petite partie inconnue $\psi\left(\frac{r}{R}\right)$ restera finie et distincte de zéro sur l'axe. Mais nous serons réduits à la déterminer par les données seules de l'expérience, dans la mesure très imparfaite que permettra leur précision (difficile cependant à surpasser). Nous remplacerons donc, *à une deuxième approximation*, la seconde formule (15) par celle-ci,

$$(16)\qquad \text{(section circulaire)}\qquad \varepsilon=\frac{\frac{\rho g}{k}\sqrt{B}\,\frac{R}{2}\,u_0}{\frac{r}{R}+\psi\left(\frac{r}{R}\right)}.$$

» II. Passons au cas plus général de tuyaux ayant leur contour χ d'une même forme quelconque, définie par une relation donnée entre les rapports $\frac{\chi y}{\sigma}$, $\frac{\chi z}{\sigma}$ des coordonnées y, z de leurs divers points au rayon moyen $\frac{\sigma}{\chi}$; et comprenons-y d'ailleurs celui d'un canal découvert, en imaginant alors, comme il a été indiqué ci-dessus, un tuyau de section double où le contour mouillé, double également, se composerait du proposé et de son symétrique par rapport à la surface libre. Pour donner à ces cas toute la généralité possible, supposons même le degré de rugosité ou, par suite, le coefficient B du frottement extérieur, variables avec la génératrice considérée de la paroi, c'est-à-dire en fonction arbitraire de $\frac{\chi y}{\sigma}$ et $\frac{\chi z}{\sigma}$.

» Ici la vitesse à la paroi, encore réductible à sa composante u, ne sera plus constante le long du contour mouillé χ; mais nous pourrons admettre avec quelque approximation qu'elle y varie d'une *certaine* manière ou, autrement dit, en appelant u_0 sa valeur en un endroit déterminé, par exemple au point le plus bas de σ, qu'elle est partout ailleurs le produit

de u_0 par une fonction toujours la même de $\frac{\chi y}{\sigma}$, $\frac{\chi z}{\sigma}$. L'ampleur $\frac{d\sigma}{d\chi}$ au devant de chaque élément $d\chi$ du contour, entre les deux normales menées à ses extrémités et prolongées jusqu'à la rencontre de la surface libre ou du plus grand diamètre (dans une section elliptique), n'égalera plus $\frac{\sigma}{\chi}$, mais bien le produit de $\frac{\sigma}{\chi}$ par une autre fonction de $\frac{\chi y}{\sigma}$, $\frac{\chi z}{\sigma}$. Le *rayon moyen* $\frac{\sigma}{\chi}$ sera cependant comme sa valeur moyenne, puisqu'il exprimera *le volume fluide existant, dans le courant, par unité de surface des parois*, ou l'aire de section normale par unité de longueur du contour mouillé.

» Les trois facteurs distincts u, $\frac{d\sigma}{d\chi}$, $\frac{\rho g}{k}\sqrt{B}$, caractérisant l'agitation engendrée près de $d\chi$, auront donc pour produit l'expression $\frac{\rho g}{k}\sqrt{B_0}\frac{\sigma}{\chi}u_0$, multipliée encore par une fonction analogue. Et comme enfin l'agitation, à partir des parois, se transmettra dans la masse en se concentrant ou se disséminant suivant les mêmes proportions aux points homologues de l'intérieur, ou en se réfléchissant de même aux points homologues des surfaces-limites, il est naturel qu'on puisse exprimer le rapport de sa valeur en chaque point (y, z) de σ à ce qu'elle est au point du fond où B et u sont B_0 et u_0, par une certaine fonction *positive* de la forme $F\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right)$, la même pour toutes les sections dont il s'agit. Il viendra donc, comme généralisation des formules (15) et (16),

$$(17) \qquad \varepsilon = \frac{\rho g}{k}\sqrt{B_0}\frac{\sigma}{\chi}u_0 F\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right).$$

» Nous aurons plus loin à considérer le produit des deux fonctions, censées connues, $\frac{B}{B_0}$, $\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$, prises aux divers points du contour mouillé χ. En appelant f ce produit positif, qui se réduit à l'unité dans les cas des formules (15) et (16), nous poserons ainsi

$$(18) \qquad \text{(sur le contour mouillé } \chi) \qquad \frac{B}{B_0}\left(\frac{u}{u_0}\right)^2 = f\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right).$$

» III. Portons l'expression (17) du coefficient de frottement intérieur dans les formules (12) des forces N, T, où les D, G ont d'ailleurs les valeurs (2). La petitesse du coefficient ε rendra négligeables les termes où il multipliera des dérivées de u, v, w, autres que celles de u en y, z, les seules

de grandeur notable. Il viendra donc

$$(19)\quad \begin{cases} N_x = N_y = N_z = -p, \qquad T_x = 0, \qquad T_y = \varepsilon \dfrac{du}{dz}, \qquad T_z = \varepsilon \dfrac{du}{dy}, \\ \text{avec} \qquad \varepsilon = \dfrac{\rho g}{k} \sqrt{B_0} \dfrac{\sigma}{\chi} u_0 F\left(\dfrac{\chi y}{\sigma}, \dfrac{\chi z}{\sigma}\right). \end{cases}$$

» On en déduit d'abord aisément, à raison de la petitesse des angles faits par les normales à la surface-limite avec les plans des yz ou des sections σ, que la pression exercée sur la masse fluide par un élément quelconque de sa couche superficielle ne comprend de sensible, à part une partie principale valant $-p$ et perpendiculaire à la surface, qu'un *frottement*, dirigé à très peu près suivant les x négatifs, et exprimé par $-\varepsilon \frac{du}{dn}$, où $\frac{du}{dn}$ est la dérivée de u suivant une petite normale dn tirée, dans le plan de la section σ, sur son contour, à partir du point intérieur voisin que l'on considère. Si β désigne l'angle de cette normale, menée ainsi vers le dehors, avec les y positifs, on a

$$(20)\qquad \frac{du}{dn} = \frac{du}{dy} \cos\beta + \frac{du}{dz} \sin\beta.$$

» Près d'une surface libre, le frottement étant nul, la fonction u vérifiera donc la condition $\frac{du}{dn} = 0$ et p égalera la pression constante donnée de l'atmosphère contiguë. Près d'une paroi, où le frottement est régi par la formule (14), il viendra pour u, vu finalement (18), la condition

$$(21)\qquad \varepsilon \frac{du}{dn} = -\rho g B u^2 = -\rho g B_0 u_0^2 f\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right).$$

» IV. Voyons maintenant ce que deviennent les équations indéfinies (13) et, d'abord, les deux dernières. Les dérivées en x de T_z, T_y, qui y figurent, auront, d'après (19), à l'un de leurs deux termes, le facteur ε en même temps que la dérivée très petite de u en x (différentiée en y ou z), et, à l'autre, la dérivée même de ε en x, d'un ordre de petitesse plus élevé que celui de ε à raison de la graduelle variation supposée du régime. Ces dérivées de T_z, T_y seront donc négligeables, et, comme les accélérations transversales v', w' le sont aussi, les deux dernières équations (13), débarrassées de tout terme rappelant le mouvement, signifieront que la pression moyenne p varie hydrostatiquement sur toute l'étendue de la section normale σ. *S'il y a une surface libre*, où p devra égaler la pression

constante de l'atmosphère, *son profil en travers,* limite supérieure de σ, *sera* donc *horizontal.*

» V. Dans tous les cas, la dérivée en x de p, ou de $-N_x$, indépendante de y et z, se réduit à celle de la pression moyenne p_0, mesurée le long de l'axe des x, entre les deux sections normales d'abscisses x, $x + dx$. Nous supposerons qu'on prenne cet axe, tangent, dans le cas d'un tuyau, à l'élément même ds, compris entre ces deux sections, de l'axe du tuyau, et, dans le cas d'un canal découvert, à l'élément analogue ds d'une coupe longitudinale de la surface libre, telle qu'elle est à l'époque t. Alors, si, par analogie avec p_0, l'on appelle δ_0 l'*altitude* des divers points de l'axe du tuyau ou de la coupe longitudinale de la surface libre, la dérivée $-\frac{d\delta_0}{ds}$ sera la *pente* de l'élément ds, sinus de son angle avec le plan horizontal [1], et l'on aura, dans la première équation (13), $X = -g\frac{d\delta_0}{ds}$. Par suite, dans cette première équation (13), la somme des deux termes en N_x et en X, divisés par ρg, pourra s'écrire simplement $-\frac{d}{ds}\left(\delta_0 + \int\frac{dp_0}{\rho g}\right)$; et, dans le cas d'un canal découvert (où $p_0 =$ const.), elle ne sera autre chose que la *pente de superficie*, cause unique de l'écoulement lorsqu'il devient uniforme. Donnons, en général, à cette expression, *indépendante de y et de z*, le nom de *pente motrice,* et désignons-la, suivant l'usage, par I, en posant ainsi

$$(22) \qquad I = -\frac{d}{ds}\left(\delta_0 + \int\frac{dp_0}{\rho g}\right).$$

» La première équation (13), divisée elle-même par ρg, sera l'équation indéfinie en u,

$$(23) \qquad \frac{d}{dy}\left(\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{du}{dy}\right) + \frac{d}{dz}\left(\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{du}{dz}\right) + I = \frac{u'}{g}.$$

» VI. Pour la rendre, ainsi que les conditions aux limites, indépendante des dimensions absolues de la section, prenons comme variables, au lieu de y, z, les coordonnées η, ζ du point homologue de (y, z) dans une section de rayon moyen 1, et appelons $d\nu$ la petite normale homologue de dn

---

(1) En Hydraulique c'est ce sinus, non la tangente correspondante, qu'il y a lieu de considérer, et auquel il convient de réserver le nom de *pente :* il reste le mot *inclinaison* pour désigner la tangente.

dans cette section. Autrement dit, posons

$$(24)\quad \eta = \frac{\chi y}{\sigma},\quad \zeta = \frac{\chi z}{\sigma};\quad \text{d'où}\quad \frac{d}{dy} = \frac{\chi}{\sigma}\frac{d}{d\eta},\quad \frac{d}{dz} = \frac{\chi}{\sigma}\frac{d}{d\zeta}\quad \text{et}\quad \frac{d}{dn} = \frac{\chi}{\sigma}\frac{d}{d\nu}.$$

» En même temps, substituons à ε sa valeur (19) et divisons chaque équation par le facteur, indépendant de y et z, qui lui donne la forme la plus simple. Nous aurons

$$(25)\quad \frac{d}{d\eta}\left[F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\eta}\right] + \frac{d}{d\zeta}\left[F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\zeta}\right] + \frac{k}{\sqrt{B_0}}\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{u_0^2} = \frac{k}{\sqrt{B_0}}\frac{\sigma}{\chi}\frac{u'}{gu_0^2},$$

$$(26)\qquad \text{(sur le contour)}\qquad F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\nu} = -k\sqrt{B_0}f(\eta,\zeta).$$

» Ces relations sont complètement indépendantes du choix des axes. En effet, leurs deux seuls termes qui paraissent en dépendre, savoir, les deux premiers de (25), si l'on y effectue les différentiations en η, ζ, puis qu'on y introduise les paramètres différentiels Δ_1, Δ_2 des deux premiers ordres des fonctions de point qui y figurent, reviennent ensemble à

$$F\Delta_2\frac{u}{u_0} + \Delta_1 F\,\Delta_1\frac{u}{u_0}\cos\lambda,$$

où λ désigne l'angle des deux normales aux courbes $F = \text{const.}$, $\frac{u}{u_0} = \text{const.}$

» Il suffit de supposer $f(\eta,\zeta) = 0$ à la surface libre, pour que la condition (26) au contour comprenne celle qui régit u sur une telle surface. L'on voit d'ailleurs que cette dernière condition sera satisfaite d'elle-même, si l'on peut former la solution pour le cas d'un tuyau plein ayant sa section composée de la proposée et de sa symétrique par rapport à son bord supérieur (ou profil en travers horizontal de la surface libre), avec symétrie de structure des parois de part et d'autre; car la fonction de point u y prendra naturellement mêmes valeurs de part et d'autre de cette droite, sur laquelle s'annulera dès lors sa dérivée suivant le sens normal, continue dans tout l'intérieur du contour total 2χ.

» VII. La vitesse absolue u_0, au point du contour où $B = B_0$, s'obtient en appliquant le principe des quantités de mouvement, suivant les x, à la tranche fluide comprise entre les deux sections d'abscisses x, $x + dx$, ou, ce qui revient au même, en multipliant (25) par $d\sigma = \frac{\sigma^2}{\chi^2}d\eta\,d\zeta$ et puis intégrant dans toute l'étendue de la section σ, sans négliger de convertir les

deux premiers termes, à la manière ordinaire, en intégrales sur le contour de σ, que la relation (26) conduit à ne prendre que pour la partie mouillée χ de ce contour. L'introduction sous les signes $\int$ des rapports $\frac{d\chi}{\chi}$, $\frac{d\sigma}{\sigma}$, indépendants des dimensions absolues de σ, donne enfin, après quelques transformations évidentes,

$$(27) \qquad B_0 u_0^2 \int_\chi f(\eta, \zeta) \frac{d\chi}{\chi} = \frac{\sigma}{\chi}\left(I - \int_\sigma \frac{u'}{g} \frac{d\sigma}{\sigma}\right).$$

» Le coefficient de u_0^2, dans le premier terme, est tout connu, puisque la fonction $f(\eta, \zeta)$ s'y trouve donnée en η ou ζ le long du contour mouillé χ. Cette formule fera donc connaître u_0 dès que la pente motrice I et les accélérations u' seront données. Puis le système (25), (26) déterminera complètement le rapport $\frac{u}{u_0}$, déjà égal à 1 au point du contour mouillé où $B = B_0$; et, par suite, il déterminera la vitesse u pour tous les points de la section. En effet, s'il pouvait admettre deux solutions distinctes, leur différence, que j'appellerai $\mu(\eta, \zeta)$, vérifierait évidemment les deux équations

$$\frac{d}{d\eta}\left(F\frac{d\mu}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{d\mu}{d\zeta}\right) = 0, \qquad \text{(sur le contour)} \qquad F\frac{d\mu}{d\nu} = 0.$$

Or la première, multipliée par $\mu\, d\eta\, d\zeta$, et intégrée par parties dans toute l'étendue d'une section, en y détachant à la manière ordinaire des intégrales prises sur le contour, donne, vu la seconde, un premier membre tout composé d'éléments non positifs, et dont l'annulation identique exige que l'on pose $\mu =$ const. dans tout l'intérieur de la section. Or cette différence μ s'annule au point où $B = B_0$ et où elle se réduit à $1 - 1$. Donc elle s'annule partout. »

M. **Appell**, en présentant à l'Académie le premier fascicule d'un Ouvrage intitulé : *Principes de la Théorie des fonctions elliptiques et Applications*, dont il est l'auteur en collaboration avec M. *Lacour*, Professeur au lycée Saint-Louis, s'exprime de la façon suivante :

« Nous nous proposons, dans cet Ouvrage, de rendre facilement accessibles la théorie et les applications des fonctions elliptiques. Dans ce but, nous réduisons au minimum les emprunts à la théorie des fonctions, en prenant comme point de départ la notion du développement d'une fonc-

tion uniforme par la formule de Taylor; nous n'employons pas la théorie des intégrales prises entre des limites imaginaires. Nous donnons d'ailleurs, dans un premier Chapitre, les définitions de tous les termes employés en Analyse dont nous sommes amenés à faire usage. La théorie des fonctions elliptiques est précédée d'un résumé des principales propriétés des fonctions trigonométriques et des fonctions rationnelles, dont le but est de mettre en évidence les analogies des fonctions elliptiques avec ces fonctions élémentaires, auxquelles elles se réduisent, quand l'une des périodes seule devient infinie ou quand les deux périodes deviennent simultanément infinies.

» Quant aux applications, elles se rapportent à la Géométrie, à la Mécanique rationnelle et à la Physique mathématique.

» La théorie des fonctions elliptiques se complique d'une question de pure forme, à cause de la variété des notations employées; nous nous sommes interdit d'introduire aucune notation nouvelle. Nous avons exposé, simultanément, deux systèmes de notations qui sont appelés à subsister d'une manière définitive : le système de Jacobi, suivi par M. Hermite dans toutes ses recherches, et celui de M. Weierstrass. Les applications sont faites tantôt dans le premier, tantôt dans le second système. »

M. Albert Gaudry s'exprime en ces termes :

« Lady Prestwich me prie d'annoncer la mort de Sir *Joseph Prestwich*, Correspondant de l'Académie dans la Section de Minéralogie. Prestwich a été d'abord négociant en vins. Pendant qu'il exerçait son commerce, il commençait de très importantes recherches géologiques. Bientôt il s'est élevé au plus haut rang dans la Science; il est devenu professeur de Géologie à l'Université d'Oxford, et, il y a peu de temps, il a été fait Sir, en considération de ses grands travaux scientifiques. Personne n'a réuni des observations aussi nombreuses et aussi précises que lui sur les terrains quaternaires. Il a été un des premiers à faire reconnaître l'intérêt des découvertes de Boucher de Perthes. Entouré parmi les savants anglais d'une universelle estime, il était également très connu et très aimé par les géologues français. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Newcomb*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Backhuyzen	obtient.	38 suffrages,
M. Christie	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Backhuyzen**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

RAPPORTS.

HYDRAULIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bazin, *intitulé « Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux »*.

(Commissaires : MM. Sarrau, Léauté; Boussinesq, rapporteur.)

« Le Mémoire que M. Bazin soumet au jugement de l'Académie et dont nous avons l'honneur de vous rendre compte, a pour titre : *Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux.* Cette question, une des plus importantes de l'Hydraulique, avait pu être abordée, il y a quarante-cinq ans, par Henri Darcy, grâce aux perfectionnements qu'il venait d'apporter au tube hydrométrique de Pitot et qui transformaient ce tube en un instrument aussi commode que précis pour la mesure des vitesses d'un liquide à l'état de mouvement quasi permanent. Aussi, malgré le médiocre calibre des tuyaux de conduite sur lesquels il fit ses observations. découvrit-il deux lois importantes du phénomène, consistant en ce que le décroissement de la vitesse à partir de l'axe du tuyau, entre cet axe et tout point qui en est distant d'une fraction donnée du rayon, varie comme la racine carrée de la pente motrice et ne dépend pas sensiblement du degré de rugosité de la paroi.

» Mais, quant à la loi principale, celle qui relie le même décroissement à la distance à l'axe, il ne réussit pas à la dégager, parce qu'il put à peine explorer, avec le tube indicateur, la moitié centrale de l'aire des sections, faute d'espace lui permettant de le porter plus loin de l'axe sans avoir à craindre qu'un trop grand voisinage de la paroi n'altérât la vitesse même à mesurer.

» Or, c'est seulement aux grandes distances relatives de l'axe que le décroissement en question de la vitesse devient notable et que se différencient beaucoup entre elles les diverses formules susceptibles de le représenter. Aussi la loi de proportionnalité de ce décroissement à la puissance $\frac{3}{2}$ de la distance, que Darcy crut pouvoir déduire de ses observations, fut-elle démentie quelques années après, ou tout au moins rendue très invraisemblable, par de nombreux mesurages de vitesses dans des canaux découverts demi-circulaires coulant à pleins bords, très analogues par conséquent à des tuyaux et où (sauf les troubles habituels au voisinage de la surface libre) le décroissement dont il s'agit fut trouvé en raison directe du cube de la distance à l'axe.

» Des observations plus complètes sur les tuyaux de conduite étaient donc nécessaires. M. Bazin vient de les faire près de Dijon, avec le soin et la sagacité qui lui sont ordinaires, sur un tuyau en ciment de $0^{m},80$ de diamètre et 80^{m} de longueur, alimenté par le canal de Bourgogne. Après avoir reconnu que le régime uniforme y existait dans toute la seconde moitié de la longueur, il a effectué ses mesures de vitesses sur les deux sections situées au milieu et aux trois quarts de la longueur totale, sans compter, au premier quart de celle-ci, une autre section où les vitesses des divers filets fluides, moins inégales entre elles que plus en aval, accusaient un régime en train sans doute de s'uniformiser, mais sensiblement variable encore, malgré un parcours déjà accompli de vingt-cinq fois le diamètre du tuyau.

» Les mesurages, pris au centre et, sur au moins quatre rayons en croix, aux $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{15}{16}$ des rayons, ont confirmé comme loi approchée la proportionnalité du décroissement de la vitesse au cube de la distance à l'axe, avec le même coefficient que dans les canaux demi-circulaires. Mais il y a, entre ce que donne cette loi et la réalité, un petit écart, c'est-à-dire une correction à effectuer, positive sur environ les trois premiers quarts des rayons et sur le dernier tiers de leur quatrième quart, négative dans l'intervalle, avec un maximum, un peu après le milieu des rayons,

s'élevant dans le tube expérimenté aux $\frac{27}{1000}$ de la vitesse moyenne et, plus loin, un minimum (ou maximum négatif) d'environ $\frac{1}{100}$ de la vitesse moyenne dans le même tuyau.

» Après avoir représenté cette correction par le carré d'une fonction du second degré (ce qui revient à négliger ses valeurs négatives), M. Bazin a reconnu qu'il faudrait une expression plus complexe pour bien remplir ce but, et, renonçant à la chercher, il a figuré d'une manière assez approchée le mode de variation des vitesses par un arc d'ellipse, avec des écarts qui atteignent toutefois, dans le cas du tuyau expérimenté, $\frac{11}{1000}$ de la vitesse moyenne.

» Le Mémoire contient encore une évaluation de la perte de charge à l'entrée non évasée du tuyau ; et le Tableau, qu'il donne, des vitesses aux diverses distances de l'axe dans la section où le mouvement n'était pas encore réglé (après un parcours, depuis l'entrée, de 25 diamètres), constituera un document important pour la théorie peu étudiée jusqu'ici de l'établissement du régime uniforme dans les tuyaux de conduite.

» En résumé, les nouvelles expériences de M. Bazin tranchent définitivement une question restée longtemps en suspens et dont la solution était très désirable. Leurs résultats montrent que des lois communes régissent, d'une part, l'écoulement dans les tuyaux, d'autre part, l'écoulement à ciel ouvert, et qu'une théorie embrassant l'un et l'autre à la fois n'est nullement chimérique. Enfin, ces résultats, en permettant une deuxième approximation du problème de l'écoulement dans les lits à section circulaire ou demi-circulaire, amèneront un nouveau progrès de nos idées touchant l'importante question du frottement intérieur des fluides agités. En conséquence, nous proposons à l'Académie de remercier M. Bazin et son aide expérimenté, M. Hégly, de leur importante Communication, et d'ordonner l'insertion du Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*, où se trouvent déjà les *Recherches hydrauliques* soit de Darcy, soit de M. Bazin lui-même, qui ont fondé nos connaissances sur cette branche capitale de la Mécanique des fluides. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Contrôle de la pédale dynamométrique de bicyclette.* Note de M. **Bouny**, présentée par M. Marey.

(Renvoi au concours du prix Fourneyron.)

« Dans les expériences faites à la Station physiologique sous la direction de M. Marey, les chiffres trouvés pour le travail développé dans la locomotion à bicyclette diffèrent un peu de ceux donnés par M. Bourlet dans son *Traité des bicycles et bicyclettes*. On pouvait donc craindre que, au cours des opérations compliquées et délicates de l'analyse graphique d'un coup de pédale, il ne se glissât de temps à autre des erreurs. Aussi avons-nous cru utile de soumettre la méthode employée à une vérification.

» L'analyse d'un coup de pédale se faisant en deux temps : 1° construction de l'épure géométrique; 2° construction de l'épure dynamométrique, ce contrôle devait porter sur les deux opérations successives.

» Nous obtenons l'épure géométrique d'un coup de pédale en faisant inscrire sur le disque, à côté des courbes dynamométriques, et au moyen d'une troisième courbe, les aires décrites par la manivelle. Nous employons pour cela une came sinueuse à 14 dents calée sur la roue dentée de la bicyclette. Or cette came actionne, par l'intermédiaire de deux tambours à levier réunis par un tube de transmission par l'air, un petit style traceur monté sur la pédale à côté des styles dynamométriques. On peut se demander si le passage de chaque dent de la came sinueuse devant le galet du tambour moteur est pointé, sur le disque d'inscription, par le deuxième tambour à l'instant précis où ce passage a lieu, et s'il n'y a pas un certain retard dû à la transmission. Pour trancher la question expérimentalement, nous avons placé la bicyclette sur un bâti analogue à celui des appareils usités pour s'entraîner en chambre. Une tringle métallique rigide, fixée au bâti et coulissant sur la pédale, assujettit le plan de celle-ci à passer par un point fixe. Cherchant ensuite à retrouver cette direction par la discussion de la courbe sinueuse tracée sur le disque, nous avons constaté que l'épure obtenue diffère de l'épure réelle, et qu'il y a bien un retard dans la transmission. Ce retard est d'environ $\frac{1}{150}$ de seconde pour un tube de transmission de 5^{mm} de diamètre et de 2^{m} de long. Il est facile d'en tenir compte dans une expé-

rience, connaissant la vitesse de translation v de la machine et son développement d. Cherchons, en effet, à calculer le nombre de degrés n de l'arc décrit par la pédale pendant la durée de la transmission.

» La machine parcourant v mètres par seconde et chaque tour de manivelle correspondant à un parcours de d mètres, le nombre des tours de manivelle par seconde est de $\frac{v}{d}$, par conséquent, le nombre de degrés de l'arc décrit par la pédale est de

$$\frac{v}{d} \times 360$$

pour une seconde et, pour $\frac{1}{150}$ de seconde,

$$n = \frac{v}{d} \times \frac{360}{150}.$$

» Par exemple, pour une vitesse de translation de 30^{km} à l'heure, la machine parcourt par seconde $8^{\text{m}},33$; son développement étant, d'autre part, de $5^{\text{m}},65$, on obtient, en remplaçant v et d par ces valeurs,

$$n = 3^\circ 32''.$$

» L'angle que faisait la manivelle avec la verticale au moment où la dent spéciale était en prise devra donc être augmenté de $3^\circ 32''$.

» Ce point étant éclairci, on peut se demander si les données *dynamométriques* de l'appareil doivent être acceptées sans restriction. La graduation des ressorts se fait par une expérience *statique*, ce qui peut être une cause d'erreur; la friction des styles sur le disque, les frottements intérieurs du mécanisme dynamométrique, enfin et surtout les irrégularités dans le tracé dues aux vibrations peuvent fausser les indications de l'appareil.

» Pour savoir si le travail calculé correspond exactement au travail réel, la bicyclette étant montée sur son bâti, nous avons placé sur son axe arrière un frein de Prony. La cadence des coups de pédale est réglée par un métronome; un volant régularise le mouvement des pédales, comme dans les conditions normales de marche, où la masse du cycliste et de sa machine font office de volant. Malgré cela, la vitesse n'était pas suffisamment uniforme pour que le frein de Prony ordinaire, à poids, fût applicable. D'ailleurs, la nécessité d'éviter la fatigue du sujet obligeait à choisir un procédé expéditif. Aussi avons-nous fait usage d'un frein de Prony à cadran, dont le levier s'équilibre lui-même comme le fléau d'un pèse-lettres

et oscille devant un cadran gradué de manière à donner directement le travail par tour de pédale.

» Les résultats ont été satisfaisants. Ne disposant que d'une seule pédale dynamométrique, nous l'avons montée alternativement à droite et à gauche; puis nous avons cherché si le travail mesuré par la pédale dynamométrique était égal, supérieur ou inférieur à la moitié du travail du frein pour un tour de manivelle. Les chiffres obtenus montrent que, pour le sujet considéré, le travail du pied droit était toujours supérieur à celui du pied gauche, et que le travail de l'ensemble des deux pieds surpassait d'environ 5 pour 100 le travail au frein. Ce dernier fait tient vraisemblablement aux résistances des axes des pédales, de la chaîne, de l'axe du pédalier, de la came et de l'axe du volant, résistances qu'il sera nécessaire de tarer pour que ce frein de Prony constitue un moyen de contrôle absolument précis. »

CORRESPONDANCE.

M. **Gill**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le 1er volume d'un Ouvrage de M. *A. Lacroix,* ayant pour titre : « Minéralogie de la France et de ses colonies » (présenté par M. Fouqué);

2° Une Notice de M. *Zeiller,* sur « le marquis de Saporta, sa vie et ses travaux » (présenté par M. Chatin);

3° Un Ouvrage de M. *Gino Loria* intitulé : « Il passato ed il presente delle principali Teorie geometriche ».

PHYSIQUE. — *Expériences actinométriques faites au mont Blanc, pour déterminer la constante solaire.* Note de M. **J. Vallot**, présentée par M. Mascart.

« Un certain nombre d'auteurs ont fait des recherches pour déterminer la constante solaire, c'est-à-dire la quantité de calories reçues normalement en une minute sur une surface de 1^{cq} à la limite de l'atmosphère.

Pouillet et plusieurs autres physiciens ont trouvé, pour cette constante, des nombres voisins de $1^{cal},750$. Mais, depuis quelque temps, divers auteurs ont donné des chiffres parfois beaucoup plus élevés et inclinent à croire que la constante doit être voisine de 3 calories.

» Nous avons entrepris plusieurs séries d'expériences, dans l'espoir d'arriver à une détermination plus précise. Nous nous sommes servi de la méthode de M. Violle, qui consiste à opérer simultanément à deux stations à des niveaux très différents, pour pouvoir tenir compte d'une façon plus certaine de l'absorption atmosphérique.

» Nous avons fait une première série d'observations les 28, 29, 30 et 31 juillet 1887, avec l'*actinomètre absolu de M. Violle*. Nous opérions au sommet du mont Blanc (4807^m), tandis que M. Henri Vallot opérait à Chamonix (1040^m). Les éléments météorologiques de l'atmosphère nous étaient fournis par les observations faites à ces deux stations et, en outre, par des enregistreurs placés aux Grands-Mulets (3020^m).

» Cette série comprend 7 observations au mont Blanc et 8 à Chamonix, sans compter 3 observations rejetées à cause des vapeurs contenues dans l'atmosphère.

» Nous avons fait une seconde série d'observations, les 18 août et 19 septembre 1891, avec l'*actinomètre à mercure de M. Crova*. Nous avons opéré d'abord à notre observatoire (4360^m), ensuite au sommet du mont Blanc (4807^m), tandis que M^me^ Gabrielle Vallot opérait à Chamonix (1040^m).

» Cette série comprend quarante-neuf observations au mont Blanc et quarante-cinq à Chamonix. Ces observations ont servi à calculer treize moyennes horaires au mont Blanc et treize à Chamonix, après l'exclusion de neuf moyennes rejetées à cause des vapeurs contenues dans l'atmosphère.

» Pour le calcul de la constante solaire, nous avons calculé les coefficients à l'aide des couples d'observations simultanées aux deux stations. La constante a ensuite été calculée successivement par les formules de Pouillet et de M. Violle, ensuite par la méthode de M. Crova. L'emploi de chaque formule nous a donné de bonnes séries, suffisamment comparables. La discussion des chiffres obtenus avec les formules de Pouillet et de M. Violle nous a conduit à adopter un chiffre intermédiaire. Voici la moyenne des deux séries calculée par ces divers moyens :

Expériences de	1887.	Formule Pouillet-Violle	A = 1,700
»	1891.	»	A = 1,684
»	1891.	Formule de Crova	A = 1,694

» Nous ferons remarquer la concordance de ces résultats, obtenus avec deux instruments totalement différents, et calculés par deux méthodes distinctes.

» La constante solaire paraît voisine de 1,700, chiffre peu différent de celui qu'avait donné Pouillet.

» On peut aussi, par un calcul très simple, montrer que la constante solaire est bien loin d'être égale à 3^{cal}. La constante est égale à la quantité de chaleur observée à la station, augmentée de la quantité absorbée par l'atmosphère; or, au mont Blanc, on peut mesurer la plus grande partie de cette absorption.

» Avec nos deux stations simultanées, la mesure de l'absorption est faite sur un tiers de la colonne d'air totale, et la mesure de cette colonne est connue *exactement*, par l'observation des baromètres. La vapeur d'eau ne peut pas être mesurée aussi exactement, mais la quantité qui existe au-dessus de la station supérieure *n'atteint pas le dixième* de celle qui se trouve entre les deux stations; la mesure de l'absorption de la vapeur d'eau est donc faite sur plus des neuf dixièmes de la quantité totale de vapeur.

» Une simple proportion suffirait pour calculer l'absorption totale, si l'on pouvait mesurer séparément l'absorption de l'air et celle de la vapeur d'eau. Malheureusement, ces deux quantités ne peuvent pas être séparées et l'on n'en connaît que très imparfaitement le rapport. Mais si nous calculons l'absorption, d'abord pour l'air, ensuite pour la vapeur, en supposant successivement que chacun produit l'absorption totale, la somme de ces deux absorptions donnera un maximum qui ne pourra jamais être atteint.

» Nous choisirons pour exemple la radiation la plus élevée que nous ayons obtenue au mont Blanc, $1^{cal},565$ le 29 juillet 1887, à 11^h30^m du matin. En supposant l'air seul absorbant, le calcul donne une absorption de $0^{cal},407$ et, en supposant la vapeur d'eau seule absorbante, $0^{cal},017$. La somme $0^{cal},424$, ajoutée à la radiation mesurée $1^{cal},565$, donnera 1,989 comme chiffre ne pouvant pas être atteint par la constante solaire. On voit donc que cette constante est inférieure à 2^{cal}. Pour qu'elle atteigne 3^{cal}, il faudrait que la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, au-dessus du sommet du mont Blanc, fût au moins cent fois plus considérable que ne l'indique le calcul.

» Le détail et la discussion de nos observations paraîtront prochainement dans le tome II des *Annales de l'observatoire du mont Blanc*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les rayons limites* ($\lambda = 0$). Note de M. **C. Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« La forme de l'équation (4) (voir *Comptes rendus*, p. 1474) m'a suggéré de traiter la même question d'une autre manière. Cette équation, en effet, ressemble à celle de la propagation de la chaleur dans une barre très longue, ou de la propagation de l'électricité dans un fil cylindrique, avec perte latérale. D'autre part, on sait que, dans la théorie électromagnétique de la lumière, ξ, dans le cas d'une onde plane, représente ce que Maxwell appelle *le potentiel vecteur*.

» Supposons, pour un instant, que, dans le trajet de ces radiations limites, qu'on prendra comme constituant un tube, le potentiel vecteur ne varie qu'avec z. Le flux, qui passe par la section ω d'abscisse z, est

$$-k\omega\frac{d\xi}{dz},$$

k dépendant de la nature du milieu. Le flux, qui traversera ainsi la section voisine $z + dz$, sera

$$-k\omega\frac{d(\xi + d\xi)}{dz}.$$

» Donc le flux total, qui reste dans un volume de longueur dz, est

$$k\omega\frac{d^2\xi}{dz^2}dz,$$

qui doit être nul; on aura donc

$$\frac{d^2\xi}{dz^2} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \xi = \xi_0 + az.$$

» Or, dans le cas réel, le potentiel vecteur dans le vide (pour $\lambda = 0$) est constant; on a donc

$$a = 0.$$

» Supposons maintenant que ces perturbations spéciales se propagent dans un milieu absorbant; cette absorption peut être assimilée à une espèce de diffusion; elle est, par conséquent, équivalente à un flux dans le milieu ambiant. Comme le flux total doit être nul, il faut que le gain $k\omega\frac{d^2\xi}{dz^2}dz$ soit égal à la perte. Cette perte est proportionnelle ici à ξ et au vo-

lume $\omega\, dz$, et non pas à la surface latérale (et c'est en cela que consiste la différence avec les autres cas cités, où la perte est latérale); on doit donc avoir

$$k\frac{d^2\xi}{dz^2} = \varpi\xi,$$

ϖ dépendant aussi de la nature du milieu.

» Si l'on se rapporte aux problèmes analogues de la propagation de la chaleur ou de l'électricité dans un fil, on voit que le coefficient k est analogue *au pouvoir conducteur* pour la chaleur ou *au pouvoir inducteur spécifique* pour l'électricité, ou enfin à la perméabilité des corps poreux en Hydrodynamique. k est donc ici inversement proportionnel au coefficient d'élasticité spéciale qui naît dans le milieu par cette propagation, qui est égal au rapport P_1 de la force avec le déplacement qui la produit. On a donc

$$k = \frac{1}{P_1}.$$

» D'autre part, ϖ doit avoir aussi une signification électrique, être, par exemple, un pouvoir spécifique de diffusion dans le milieu, ou une espèce de conductibilité pour ces radiations. Quoi qu'il en soit, la solution générale compatible avec les conditions du problème est

$$\xi = \xi_0' e^{-z\sqrt{P_1\varpi}},$$

et, en la comparant à la solution (5) de ma Note précédente (p. 1475) on trouve

$$\varpi = 1 - \frac{P_1}{P_1 + H_1} = \frac{H_1}{P_1 + H_1}.$$

» On peut donc aussi prendre les radiations limites ($\lambda = 0$) comme un flux électromagnétique spécial, par analogie, je le répète, avec les cas cités de la propagation de la chaleur ou de l'électricité dans un fil. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du phosphore dans les sels fondus et dans certains produits métallurgiques.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Les phosphates fondus, soumis à l'action de l'étincelle condensée suivant le dispositif que j'ai déjà employé pour d'autres sels ([1]), donnent

([1]) *Comptes rendus,* 8 juillet 1895 et 8 juin 1896.

un très beau spectre de lignes du *phosphore*, facile à obtenir et supérieur, en netteté comme en intensité lumineuse, à celui des tubes de Plücker à phosphore. J'ai repris ainsi l'étude du spectre de ce métalloïde, entreprise autrefois par M. Salet avec une moindre dispersion, et dans des conditions différentes dont on trouvera l'exposé dans le *Traité de Spectroscopie* de cet auteur qui y a corrigé et modifié les résultats antérieurement [1] donnés par lui-même.

» J'ai fait principalement usage du phosphate de soude et du phosphate de potasse fondus, et en retranchant du spectre donné par ces sels les raies du sodium ou du potassium mentionnées dans une précédente Note [2], j'ai obtenu les longueurs d'onde suivantes pour le spectre de lignes du phosphore.

	650,6	Diffuse.
	645,8	Bien marquée.
	608,8	Bien visible, non vue par Salet.
α.	604,2	Forte, vive,
α.	603,45	Assez forte, fine.
α.	602,5	Forte, vive.
β.	549,85	Assez bien visible.
	546,2	Faible.
	545,3	Faible.
γ.	542,35	Très forte.
	540,9	Forte, non vue par Salet.
	538,5	Forte, non vue par Salet.
	534,0	Forte, plutôt diffuse, non vue par Salet.
	531,1	Forte.
	529,2	Forte.
δ.	525,0	Très forte.
	496,8	Assez bien visible, diffuse, non vue par Salet.
	494,1	Bien marquée.
ε.	460,3	Très forte.
ε.	458,85	Très forte.

» Les désignations alphabétiques de raies sont celles de M. Salet.

» Il y a peu de différence d'intensité entre les raies indiquées *très fortes* et celles notées *fortes*.

» Les raies les plus faciles à reconnaître, par leur position et leur aspect, sont d'abord le triplet Phα du rouge et le doublet Phε du bleu, ensuite les raies vertes de-

---

(1) *Thèse de Doctorat*, Paris, 1892, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVIII.

(2) *Comptes rendus*, 15 juin 1896.

puis Phγ jusqu'à Phδ. Trois d'entre ces dernières n'ont pas été vues par M. Salet; mais elles correspondent en intensité et à peu près en position avec des lignes figurant sur a planche du Mémoire de Plücker, d'où leur longueur d'onde a été approximativement déduite par M. Watts. D'ailleurs, les spectres publiés par Plücker puis par M. Salet avaient été fournis par des tubes contenant, soit de la vapeur de phosphore à pression réduite, soit du perchlorure de phosphore dont on avait éliminé les raies du chlore, par conséquent dans des conditions de production différentes comme pression et comme température.

» Le spectre du phosphore que je viens de donner n'est pas spécial seulement aux sels fondus, je l'ai reconnu aussi à froid dans les produits métallurgiques phosphorés qui, soumis à l'examen spectral direct dans l'étincelle condensée, avec mon dispositif pour l'étude des minéraux (1), montrent aisément, au milieu des raies du métal, celles du phosphore. Ces dernières sont particulièrement visibles et brillantes dans les phosphures de cuivre, où les raies métalliques sont peu nombreuses. Dans les fontes phosphoreuses, la multiplicité des raies du fer rendrait la recherche de celles du phosphore plus difficile si le triplet Phα ne se détachait très vif dans le rouge. Cet effet a été bien caractéristique et persistant avec une fonte à 2 pour 100 de phosphore provenant d'un obligeant envoi de M. Meyer, directeur des usines de Dudelange (Luxembourg). Un phosphure de fer, extrait par M. Friedel de la météorite de Cañon Diablo, m'avait aussi donné les principales raies du phosphore. J'ai poursuivi ensuite la recherche de celles-ci dans des fontes analysées au Bureau d'essai de l'École des Mines et mises libéralement à ma disposition par M. Adolphe Carnot, et j'ai constaté que la présence du triplet Phα, de plus en plus passagère avec la diminution de la teneur en phosphore du métal, devenait à peu près invisible dans des limites comprises entre le centième et le millième. Pour d'autres métalloïdes aussi, il m'avait semblé que la *durée* d'apparition de leur spectre dans les composés métalliques, les minéraux et les sels fondus, était, sinon proportionnelle à la quantité du métalloïde contenu, du moins fonction de celle-ci. Peut-être trouvera-t-on là une base pour de nouvelles tentatives d'analyse spectrale quantitative. Quoi qu'il en soit, j'ai cru intéressant d'insister sur l'identité du spectre de lignes du phosphore, aussi bien dans les sels fondus que dans les phosphures métalliques employés dans l'industrie (2). »

---

(1) *Comptes rendus*, 12 mars, 2 avril, 2 juillet 1894, et *Analyse spectrale directe des minéraux*, Paris, 1895.

(2) Ce Travail a été fait au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne de M. Friedel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide nitrosodisulfonique bleu et sur quelques-uns de ses sels.* Note de M. **Paul Sabatier**.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 22 juin 1896), j'ai fait connaître la préparation d'un acide nouveau, fortement coloré en bleu foncé. Cet acide, que la préparation décrite fournit en solution dans l'acide sulfurique concentré, paraît être, ainsi que nous l'avons établi, l'acide nitrosodisulfonique $AzO(SO^3H)^2$, connu seulement auparavant par son sel de potassium jaune, très instable, à solutions aqueuses pourpres, rapidement altérées et destructibles par l'addition des acides.

» *Propriétés de l'acide.* — Les solutions sulfuriques de l'acide libre se décomposent peu à peu, à la température ordinaire, en donnant de l'acide sulfurique, de l'anhydride sulfureux et de l'oxyde azotique. L'élévation de température favorise cette décomposition, qui n'est pas encore très rapide à 100°. Agitées à *l'air*, elles se décolorent promptement par oxydation en dégageant des vapeurs nitreuses, et formant de l'acide nitrosulfurique.

» Une solution d'*eau oxygénée* ou d'*acide persulfurique* dans l'acide sulfurique concentré réalise, de même, une décoloration rapide. Le *chlore* produit un résultat analogue, mais le *brome* n'agit que beaucoup moins vite et peut subsister quelque temps à l'état de dissolution verdâtre dans le composé bleu primitif.

» L'*iode* employé en solution sulfurique paraît à peu près sans action propre.

» Le *chlorate de potasse* introduit en petite dose amène immédiatement la décoloration. Le *perchlorate*, au contraire, n'agit qu'à la longue.

» Les *chlorures alcalins* sont violemment décomposés avec dégagement de gaz chlorhydrique et mise en liberté de chlore.

» L'*iodure de potassium* agit comme sur l'acide sulfurique; la décoloration est immédiate et tout l'iode est éliminé.

» L'*acide azotique* amène immédiatement la décoloration par oxydation.

» Au contraire, l'*acide sulfureux* est sans action et peut exister à dose élevée dans la liqueur sans nuire à sa conservation.

» L'*eau* détruit vivement le composé avec production de gaz nitreux et d'acide sulfurique.

» *Formation des sels.* — L'addition à la liqueur bleue de la plupart des oxydes métalliques anhydres ou hydratés, aussi bien que des carbonates,

amène généralement une réaction très vive qui conduit à la destruction de l'acide bleu et à la production exclusive de sulfates. C'est ce qui a lieu pour les oxydes ou carbonates alcalins, alcalino-terreux, ceux de nickel, cobalt, magnésium, aluminium, argent, plomb, cadmium, zinc, etc., et aussi les carbonates manganeux ou ferreux.

» Le nitrosodisulfonate correspondant à ces divers métaux ne peut sans doute exister en présence d'acide sulfurique concentré, et la formation provisoire du sel, immédiatement détruit par l'acide sulfurique, favorise la destruction propre de l'acide.

» Au contraire, l'*oxyde ferrique* introduit dans le liquide bleu refroidi vers 0° se dissout peu à peu en donnant, sans dégagement de gaz, une liqueur rose vineux.

» De même le *carbonate cuivrique* vert fournit, avec dégagement de gaz carbonique, une solution bleu foncé, un peu plus violette que l'acide qui l'a produite, mais *d'une teinte incomparablement plus intense*. L'oxyde cuivrique ou l'hydrate cuivrique conduisent à un résultat identique.

» L'*hydrate chromique* gris bleu $Cr(OH)^3$ produit de même une liqueur bleu foncé, dont la teinte, peu différente de celle du cuivre, est, comme cette dernière, bien plus intense que celle de l'acide générateur.

» Les liqueurs roses et bleues ainsi préparées sont plus stables que l'acide libre, et elles peuvent d'ailleurs être préparées par d'autres voies.

» Ainsi le sel cuivrique est obtenu très facilement par la réaction que nous avons récemment décrite (*Comptes rendus*, 15 juin 1896, p. 1417) : il suffit de traiter par le *cuivre* métallique ou par un *composé cuivreux* quelconque la liqueur obtenue en dissolvant brusquement du nitrite de sodium sec dans un grand excès d'acide sulfurique concentré, et que nous appellerons pour simplifier *nitrososulfurique*.

» Celle-ci est réduite avec dégagement d'oxyde azotique. On a par exemple avec le cuivre :

$$2\,AzO^2(SO^3H) + SO^4H^2 + Cu^2$$
$$= AzO(SO^3)^2Cu + CuSO^4 + AzO + 2H^2O.$$

» Nous avons pensé qu'une réduction analogue, réalisée par le *fer* ou les *composés ferreux*, donnerait le nitrosodisulfonate ferrique rose.

» C'est, en effet, ce qui a lieu sans difficultés.

» Un clou de fer bien brillant, plongé dans la solution nitrososulfurique, se revêt immédiatement d'une teinte rose très brillante, et bientôt, en même temps que de l'oxyde azotique se dégage lentement en fines bulles,

des filets roses partant du métal se diffusent dans le liquide et le colorent en rose cobalt de plus en plus intense. C'est une belle expérience de cours.

» Le fer, réduit par l'hydrogène, agit beaucoup plus vite et donne presque immédiatement une liqueur très colorée.

» On arrive plus rapidement encore au même résultat en versant dans la liqueur nitrososulfurique une goutte de solution concentrée de sulfate ou de chlorure ferreux, ou bien un fragment d'oxalate ferreux. Le sulfure ferreux produit une réaction semblable. L'addition d'un composé ferrique n'amène aucune coloration. L'intensité de la teinte est telle qu'elle se manifeste dans l'acide sulfurique contenant seulement des traces d'acide azoteux ou azotique. Cette réaction colorée servant à caractériser les produits nitreux est d'ailleurs connue depuis longtemps et a été signalée par divers chimistes (Desbassins de Richemont, Price, Vogel, etc.); mais elle était demeurée inexpliquée et on la rapportait généralement à la production, qui est parfois simultanée, de la combinaison brune de l'oxyde azotique avec les sels ferreux. Nous savons au contraire que la coloration rose appartient au nitroso-disulfonate ferrique.

» Contrairement à notre attente, le *chrome* métallique n'agit pas sensiblement sur la solution nitrososulfurique, qui n'est pas davantage réduite par les composés *chromeux*, chlorure, acétate. Au contraire, j'aurai l'honneur de montrer, dans une prochaine Communication, que de nombreux corps simples et composés réduisent la liqueur nitrososulfurique en donnant de l'acide nitrosodisulfonique bleu et peuvent ainsi servir à préparer facilement les sels stables que cet acide fournit avec le cuivre, le fer et le chrome. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'iode sur le chlorure stanneux.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« L'étain donne, comme on le sait, deux séries de composés avec les halogènes, l'une, la série stannique SnR^4, dans laquelle les valences de l'étain sont saturées, l'autre la série stanneuse SnR^2, dont les composés représentent des corps non saturés et tendant à se transformer en combinaisons du type SnR^4.

» Le chlorure, par exemple, $SnCl^2$ fixe très facilement du chlore pour

donner naissance au tétrachlorure. Ladenburg a montré (¹) qu'il pouvait également fixer du brome, sans doute pour donner le chlorobromure $SnCl^2Br^2$. Il a, en effet, obtenu un liquide qui commençait à bouillir à 130°. Le produit distillé correspondait à la formule $SnCl^3Br$. La distillation s'achevait à 190° et ce qui passait alors correspondait à la formule $SnClBr^3$.

» J'ai pensé que le chlorure stanneux était susceptible de fixer de l'iode pour donner naissance au chloroiodure d'addition $SnCl^2I^2$. Je rapporterai mes expériences.

» Le chlorure stanneux anhydre, finement pulvérisé, a été placé dans un flacon bien desséché. Sur ce chlorure stanneux on faisait arriver du sulfure de carbone contenant de l'iode en dissolution. Celui-ci est d'abord décoloré rapidement, puis, peu à peu, la teinte rouge violacé de l'iode fait place à une teinte jaune pâle, qui va se fonçant de plus en plus et devient bientôt orange rouge. Le chlorure stanneux étant complètement insoluble dans le sulfure de carbone, il suffit de décanter dans un cristallisoir et de laisser évaporer la solution pour avoir les produits formés.

» Pendant l'évaporation on aperçoit à la surface de la solution des fumées blanches. Lorsque l'évaporation est achevée, le cristallisoir renferme une matière jaune rougeâtre cristallisée et qui, abandonnée longtemps au contact de l'air, en attire l'humidité. Elle est soluble dans l'eau avec une légère décomposition. La liqueur est jaune pâle et renferme quelques flocons d'oxyde d'étain. Elle est totalement soluble dans le benzène, l'éther, le chloroforme, l'alcool, en communiquant au dissolvant une coloration variant du jaune au rouge; mais les analyses de cette matière ne concordent pas. Le dosage de l'étain, en particulier, donne un nombre moyen de 15 pour 100, nombre bien inférieur à celui qui correspond au calcul de la formule SnI^4.

» Si l'on soumet la substance à l'action des acides, on trouve que les acides chlorhydrique et iodhydrique la dissolvent aisément en se colorant en jaune; l'acide azotique met de l'iode en liberté. Quant à l'acide sulfurique, son action semble différente. Le corps n'est pas soluble, totalement tout au moins, dans cet acide; mais, si l'on vient à ajouter à sa dissolution aqueuse de l'acide sulfurique, cette addition d'acide produit un précipité jaune insoluble dans l'acide concentré et se dissolvant aisément dans l'acide étendu. Ce précipité est constitué par du chlorure d'iode ICl^3.

(¹) *Ann. Chem. Pharm.*, Supplément, Tome VIII, p. 60.

» Du chlorure d'iode prenant naissance dans cette réaction, il devenait facile de déterminer quel était le mélange auquel on avait affaire. En effet, on peut aisément chasser le chlorure d'iode en chauffant la matière brute à une température convenable (150°-200°). Dans ce cas le résidu fixe est constitué par du tétraiodure d'étain bien cristallisé. La réaction peut se formuler très simplement

$$3SnCl^2 + 7I^2 = 3SnI^4 + 2ICl^3.$$

» Il résulte de ces expériences qu'on ne peut obtenir, par cette méthode, le chloroiodure d'étain. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches thermiques sur les composés de l'uranium.* Note de M. **J. Aloy**.

« J'ai entrepris l'étude thermique des composés de l'uranium ; je ferai connaître aujourd'hui :

» 1° Les chaleurs de dissolution des principaux sels d'uranyle solubles;

» 2° Les chaleurs de formation des principaux sels d'uranyle dissous.

» I. *Chaleurs de dissolution.* — Je me suis servi de sels bien définis qui, après plusieurs cristallisations, ont été séchés à l'abri de la lumière.

» Voici les résultats obtenus pour une molécule de sel dissoute dans 1000 à 2500 molécules d'eau et pour une température comprise entre 18° et 20°.

Sels d'uranyle hydratés.

		Moyennes.
Azotate $(AzO^3)^2UO^2 + 3H^2O$	450^{gr}	$-3,7^{Cal}$
Sulfate $SO^4(UO^2) + 3H^2O$	422	+5,1
Chlorure $UO^2Cl^2 + H^2O$	361	+6,05
Chromate $CrO^4(UO^2) + 5\frac{1}{2}H^2O$	487	−6,3
Acétate $(C^2H^3O^2)^2UO^2 + 2H^2O$	426	−4,3

Sels doubles hydratés.

» Chlorure double d'uranyle et de potassium :

$UO^2Cl^2.2KCl + 2H^2O$	528	$+2^{Cal}$

» Acétate double d'uranyle et d'ammoniaque :

$(C^2H^3O^2)^2UO^2 + C^2H^3O^2AzH^4 + 6H^2O$	575	$-3^{Cal},8$

» Ces sels, quoique très solubles, ne se dissolvent qu'avec lenteur dans l'eau du calorimètre, même avec le secours de l'écraseur spécial. Les liqueurs demeurent longtemps troubles; par suite, les déterminations calorimétriques ont une longue durée, et les corrections doivent y être effectuées avec beaucoup de soin.

» La cause doit en être dans une certaine destruction des sels par l'action de l'eau, qui les décompose rapidement en sels basiques lentement solubles dans l'acide devenu libre. Toutefois, l'observation attentive du phénomène thermique ne permet pas d'isoler deux phases distinctes dans la dissolution.

» II. *Chaleurs de formation des sels dissous.* — J'ai préparé l'hydrate uranique UO^3H^2O par deux procédés : par la méthode de Malaguti, en évaporant très doucement la solution d'azotate d'uranyle dans l'alcool absolu; cet hydrate, séché à l'air, contenait :

	Trouvé.	Calculé.
Pour 100 parties, eau............	6,02	5,88

Je l'ai aussi préparé, selon les indications de Berzélius, en calcinant au bain de sable l'azotate d'uranyle pur.

» L'hydrate ainsi obtenu était un peu plus jaune que le précédent; séché à l'air, il contenait :

	Trouvé.	Calculé.
Pour 100 parties, eau............	5,95	5,88

Ces hydrates étaient donc identiques; ils ont donné lieu aux mêmes effets thermiques.

» Les mesures effectuées à des températures voisines de 19° ont donné les résultats suivants, rapportés à deux molécules d'acide chlorhydrique ou à des quantités équivalentes des autres acides :

			Cal
UO^3H^2O	+ acide chlorhydrique	(2 molécules = 4^{lit})......	+ 8,4
»	+ acide bromhydrique	(2 molécules = 4)......	+ 8,8
»	+ acide azotique	(2 molécules = 4)......	+ 8,4
»	+ acide sulfurique	(1 molécule = 4)......	+ 9,5
»	+ acide acétique	(2 molécules = 4)......	+ 7,5

En comparant ces résultats à ceux qui sont fournis par les autres hydrates métalliques, on voit que les chaleurs de formation des sels d'uranyle, à partir de l'hydrate UO^3, H^2O, sont inférieures à celles des sels de zinc et de plomb et se rapprochent des chaleurs de combinaison des hydrates ferrique et chromique.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître la chaleur de formation des combinaisons uraniques anhydres et des composés uraneux [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la préparation d'aldéhydes aromatiques.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« J'ai rendu compte dans de précédentes Notes des tentatives déjà faites par moi pour transformer en aldéhydes les acides glyoxyliques de la série aromatique. J'ai trouvé en l'aniline un réactif permettant de réaliser cette transformation d'une manière pour ainsi dire quantitative.

» Les acides glyoxyliques, chauffés avec l'aniline, à l'ébullition de cette dernière, se transforment en acides phénylimidés que la température élevée décompose aussitôt en acide carbonique et phénylimides. Ces réactions sont représentées par les équations

$$R - CO - CO^2H + AzH^2C^6H^5 = R - \underset{\overset{\|}{AzC^6H^5}}{C} - CO^2H + H^2O,$$

$$R - \overset{\overset{AzC^6H^5}{\|}}{C} - CO^2H = CO^2 + R - CH = AzC^6H^5.$$

» En réalité les deux réactions se passent simultanément et l'eau distille en même temps que l'acide carbonique se dégage.

» Les phénylimides que j'ai préparées sont des corps extrêmement stables, distillant sans altération dans le vide à des températures élevées; elles sont dédoublées très aisément et intégralement par l'acide sulfurique étendu et bouillant, et fournissent les aldéhydes à l'état de pureté

$$R - CH = AzC^6H^5 + H^2O = R.CO.H + AzH^2.C^6H^5.$$

» J'ai transformé par ce procédé l'acide paracrésylglyoxylique en aldéhyde paratoluique déjà décrite; cette aldéhyde se forme seule, comme le montre l'étude de son hydrazone.

» L'acide métaxylylglyoxylique du métaxylène m'a fourni, avec l'aniline, une phénylimide bouillant aux environs de 190°, sous 10^{mm}, et qui, décomposée par l'acide sulfurique, donne une aldéhyde qui constitue un

---

(1) Ce Travail a été fait au laboratoire du professeur Paul Sabatier, à la Faculté des Sciences de Toulouse.

liquide incolore, à odeur d'amandes amères, bouillant à 99°, sous 10mm. C'est un produit unique, dont l'hydrazone fond à 114°; il a pour constitution

CH^3
CH^5
COH

comme l'a montré sa transformation dans l'acide correspondant fusible à 125°.

» L'acide cymylglyoxylique, obtenu à partir du cymène du camphre, conduit également à une aldéhyde $C^{11}H^{14}O$ bouillant à 120°, sous 10mm, possédant une odeur mixte assez agréable, rappelant à la fois l'amande amère et le citron. Son hydrazone fond à 133°. Je n'ai pas encore déterminé laquelle des deux formules

CH^3 / COH / C^3H^7 ou CH^3 / COH / C^3H^7

lui convient.

» L'anisol conduit à un mélange de deux acides glyoxyliques dans lequel le dérivé méta est très peu abondant. On peut purifier l'acide anisoylcarbonique par cristallisation, et on le transforme aisément en aldéhyde anisique bien connue.

» Le vératrol fournit, avec un rendement de plus de 90 pour 100, l'acide vératroylcarbonique

$CO.CO^2H$
OCH^3
OCH^3

» La phénylimide correspondante bout à 235° sous 10mm; elle est très aisément transformable en aldéhyde vératrique ou méthyl-vanilline. Cette

dernière substance n'avait jusqu'ici été obtenue que par méthylation de la vanilline. Elle possède une odeur très agréable.

» La diméthylrésorcine conduit à un acide glyoxylique fondant à 106°, et à une phénylimide huileuse bouillant à 245° sous 10^{mm}. L'aldéhyde correspondante

COH

OCH^3

OCH^3

fusible à 66°, bout à 165° sous 10^{mm}. Son odeur très agréable est très voisine de celle de l'héliotropine.

» La diméthylhydroquinone est facile à transformer dans l'aldéhyde correspondante ou diméthylgentisique

OCH^3

COH

OCH^3

distillant à 146° sous 10^{mm} et se prenant en belles aiguilles fusibles à 51°.

» Ces deux dernières aldéhydes ont déjà été obtenues par MM. Tiemann et Parrisius, par méthylation d'aldéhydes-phénols, préparées au moyen de la méthode de Reimer et Tiemann. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la chloruration de l'acide gallique. Formation d'acide dichlorogallique et de trichloropyrogallol.* Note de M. **Alexandre Biétrix**, présentée par M. Friedel.

« Les produits de substitution chlorée de l'acide gallique n'ont pas encore été préparés. En faisant passer un courant de chlore dans une solution aqueuse d'acide gallique, on a remarqué l'apparition d'une coloration noire, qui disparaît par action prolongée du courant. Mais les produits de cette transformation n'ont pas été indiqués. Nous avons repris la question.

» Nous avons remarqué d'abord que pendant le cours de cette réaction il se dégage constamment de l'acide carbonique. La liqueur finale, jaunâtre, provenant de la réaction, évaporée à siccité dans le vide, abandonne un résidu auquel l'alcool enlève une partie résineuse. La partie peu soluble dans l'alcool est formée de cristaux constitués uniquement par de l'acide oxalique. L'action du chlore sur l'acide gallique en solution aqueuse se traduit donc par une oxydation complète de la molécule. Nous n'avons pu, d'ailleurs, saisir de composés chlorés intermédiaires.

» L'acide dibromogallique subit en solution aqueuse la même oxydation sous l'influence d'un courant de chlore.

» Une tentative de chloruration de l'acide gallique en solution dans l'alcool absolu n'a pas donné de résultat satisfaisant. Le liquide saturé de chlore qui résulte de cette réaction, évaporé spontanément ou même dans le vide, laisse un résidu formé de corps incristallisables dans les divers solvants. Les produits secondaires de l'action du chlore sur l'alcool réagissent probablement à leur tour sur les dérivés chlorés qui ont pu se former, et ne permettent pas de les isoler à l'état de pureté.

» L'action du chlore sur l'acide gallique en présence du chloroforme fournit, au contraire, facilement le dérivé dichloro-substitué, que nous avons préparé de la façon suivante :

» Une molécule d'acide gallique (170^{gr}) en suspension dans cinq fois environ son poids de chloroforme a été traitée par un courant de chlore en excès. Nous avons fait agir le chlore provenant de l'action de l'acide sulfurique sur un mélange de 300^{gr} de bioxyde de manganèse et 360^{gr} de sel marin. Les gaz dégagés se rendaient d'abord dans un flacon plein d'eau distillée, puis dans un autre rempli d'eau de chaux. Le mélange prend immédiatement une coloration rose violacé en même temps qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique, mêlé à un peu d'acide carbonique. La température s'élève à 50° environ. On laisse l'attaque se poursuivre lentement, en ayant soin de remuer de temps en temps, pour faciliter la chloruration. A la fin de l'opération, le chloroforme a une teinte violacée ; il reste une partie non dissoute, que l'on sépare par filtration et qu'on traite séparément.

» A. La partie insoluble dans le chloroforme est traitée à plusieurs reprises par ce dissolvant, à l'ébullition, jusqu'à ce qu'il ne lui enlève plus de composé soluble. On l'additionne ensuite de son poids d'éther à 65°, pour la séparer de l'acide gallique, qui aurait pu rester inattaqué. L'éther est distillé à siccité et le résidu, repris par l'eau bouillante saturée de gaz sulfureux, donne, par refroidissement, de magnifiques cristaux prismatiques, qui sont parfaitement blancs, après une ou deux cristallisations.

» Ces cristaux sont très solubles dans l'alcool et dans l'éther ; ils se dissolvent dans l'eau, surtout à chaud. Ils sont insolubles dans le chloro-

forme et le benzène. Ils brunissent à 180° et fondent avec décomposition à 190°. Ils s'effleurissent dans le vide en perdant une quantité d'eau que nous avons déterminée et qui correspond à deux molécules d'eau de cristallisation. La formule est donc $C^6Cl^2(OH)^3CO^2H, 2H^2O$.

» Les solutions aqueuses de ce corps colorent le perchlorure de fer en bleu. Avec les alcalis, on obtient une coloration rose, moins intense que celle fournie par l'acide dibromogallique dans les mêmes conditions.

» L'eau de chaux et l'eau de baryte donnent une coloration bleue qui passe au rose.

» L'analyse de ce corps bien purifié a donné les résultats suivants, calculés en centièmes :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$C^6Cl^2(OH)^3CO^2H$.
Cl............	29,83	»	29,70
C............	»	35,08	35,14
H............	»	2,07	1,67

» B. La partie soluble dans le chloroforme, colorée d'abord en rouge violacé, devient promptement jaune et se trouble en laissant déposer de petits cristaux. Après distillation du chloroforme, on obtient un résidu de consistance huileuse, qui se dissout dans l'eau bouillante chargée de SO^2, à laquelle il donne une coloration rouge vif. Par refroidissement on obtient une cristallisation en aiguilles fines rayonnant autour d'un centre. Ces cristaux, primitivement rouges, sont purifiés par plusieurs cristallisations dans l'eau.

» Ce corps est soluble dans l'alcool et dans l'éther, plus soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide, un peu soluble dans le chloroforme et le benzène à l'ébullition. Il fond avec décomposition à 178°.

» Il cristallise avec 3 molécules d'eau, qu'il perd dans le vide : sa formule est donc $C^6Cl^3(OH)^3, 3H^2O$. Ce corps, qui se produit concurremment avec l'acide dichlorogallique, n'est jamais obtenu qu'en faible proportion. Il se forme aux dépens de la molécule gallique, qui perd de l'acide carbonique en se transformant en trichloropyrogallol.

» L'analyse a donné les résultats suivants, calculés en centièmes :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$C^6Cl^3(OH)^3$
Cl............	46,2	»	46,18
C............	»	30,90	31,37
H............	»	1,93	1,37

» En faisant bouillir pendant un quart d'heure le trichloropyrogallol avec l'anhydride acétique, on obtient le dérivé triacétylé $C^6Cl^3(OC^2H^3O)^3$, qui confirme la formule et la fonction du corps précédent :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Cl^3(OC^2H^3O)^3$.
Chlore pour 100	29,74	29,9

» Ce corps fond à 125° sans décomposition ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés cristallographiques des benzylidène, méthyl et éthylsalicidènes, et anisal camphres.* Note de M. J. **Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Pour bien connaître un corps, il faut l'étudier non seulement au point de vue chimique, mais aussi au point de vue physique. Nous entendons par là la détermination des constantes physiques telles que densité, pouvoir réfringent, chaleur de combustion, etc. Tout en étant de véritables caractéristiques des corps, ces constantes servent surtout de bases à la Chimie physique qui permet d'établir des relations entre les propriétés physiques des corps et leur constitution fondée sur leurs réactions chimiques.

» C'est dans cet ordre d'idées également que les chimistes cristallographes font un grand nombre de déterminations cristallographiques qui pourront peut-être leur permettre de trouver des relations plus étendues que celles qui existent déjà entre les propriétés géométriques et optiques des corps et leur constitution.

» Sur les conseils de M. Haller, nous nous sommes proposé de déterminer les constantes cristallographiques des belles séries qu'il a préparées.

» Ce qui va suivre concerne la série des alcamphres.

» *Benzylidène-camphre droit* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH.C^6H^5\\ \mid \\ CO\end{array}\right.$. — La cristallisation forme des prismes orthorhombiques de 111°45′ dans lesquels $b = 1000$, $h = 801,6$. Les faces observées sont $m\,p\,g^3\,a^1\,b^{\frac{1}{2}}\,e^1\,e^2\,e^{\frac{1}{2}}$. Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ sont en général peu développées. Le plus souvent le cristal est formé par $p\,m\,g^3\,b^{\frac{1}{2}}\,e^1\,a^1$. Quelquefois e^1 et a^1 sont assez développées pour faire disparaître p et m. Le développement est tel que le cristal est

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Cazeneuve, à la Faculté de Médecine de Lyon.

presque géométriquement régulier. Nous n'avons pas remarqué de facettes hémiédriques.

» *Benzylidène-camphre gauche.* — Ce corps est absolument identique au précédent. Pas plus que lui, il ne présente de facettes hémiédriques.

» *Benzylidène-camphre racémique.* — Les cristaux de ce corps diffèrent notablement des benzal-camphres actifs. Il cristallise en prismes clinorhombiques de 119°10'. L'inclinaison est de 25°. La forme la plus générale est $pmh^1b^1d^1$. Pour $b = 1000$, $h = 996,7$. La face p est très développée. Les faces b^1 et d^1 suppriment la plupart du temps la zone m.

» *Anisal-camphre* $C^8H^{14}\Big\langle\begin{matrix} C = CHC^6H^4OCH^3 \\ | \\ CO \text{ (position para)}\end{matrix}$. — Prismes orthorhombiques de 114°15'. Pour $b = 1000$, $h = 297,4$. Les faces observées sont $mg^1g^3a^1e^1e^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$. Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ sont excessivement développées $a^1e^1e^{\frac{1}{2}}g^1$ le sont très peu.

» *Méthylsalicylidène-camphre.* — Ce corps est un isomère en ortho du précédent. Il cristallise en prismes monocliniques de 93°10' dont l'inclinaison est de 23°13' et dans lesquels pour $b = 1000$, $h = 852,9$. La forme la plus générale est $pmg^1a^1h^1e^2$. La face g^1 est très petite; h^1 est toujours très développée. Ce cristal est assez régulier géométriquement.

» *Ethylsalicylidène-camphre.* — Prismes monocliniques de 103°,8, dont l'inclinaison est de 26° et dans lequel, pour $b = 1000$, $h = 879,6$. Les faces habituelles sont $pmg^1h^1e^1b^{\frac{1}{2}}$. $e^1g^1h^1$ n'existent pas toujours. Ce sont des tables de peu d'épaisseur.

» Nous voyons que la substitution de radicaux plus ou moins complexes dans le groupe CH^2 du camphre abaisse la symétrie, car le camphre cristallise dans le système hexagonal (¹). Ceci a d'ailleurs été constaté par MM. Cazeneuve et Morel (²) dans une substitution beaucoup plus simple : dérivés monohalogénés et bihalogénés. Ils ont de plus constaté un certain isomorphisme dans ces deux séries.

» Dans le cas des alcamphres nous ne pouvons plus parler d'isomorphisme ; cependant nous ferons quelques remarques à ce sujet.

» Si nous jetons un coup d'œil sur les dérivés qui cristallisent dans le système orthorhombique, nous constatons facilement une certaine similitude cristalline. Ainsi, les angles des prismes sont peu différents

(111°45' — 114°15').

» Aussi trouvons-nous toujours dans la zone m un angle voisin de 160° correspondant à une face g_3. Nous ferons plus tard une pareille remarque

---

(¹) Des Cloizeaux, *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 1064; 1859.

(²) *Soc. chim.*, t. XLIV, p. 161 ; 1885.

à propos des dérivés alcoylés. Cette similitude cristalline, qui a son maximum dans la zone *m*, s'aperçoit encore dans les dérivations qui restent les mêmes. L'assemblage moléculaire paraît ne pas changer; l'élément le plus variable est le rapport de dimensions linéaires de la forme primitive.

» Si nous considérons maintenant le benzal-racémate, le méthylsalicylal et l'éthylsalicylal, nous constatons qu'ils ont le même degré de symétrie inférieur au premier groupe et qu'ils ne diffèrent pas beaucoup dans la zone ph_1, car les inclinaisons respectives des prismes sont: 25°, 23° 13′, 26°.

» De plus, le méthylsalicylal camphre, dérivé en ortho, présente cristallographiquement moins de symétrie que son isomère en para.

» Nous devons encore dire que, dans cette série, nous n'avons pas trouvé de facettes hémiédriques et que des essais de séparation du racémate n'ont pas réussi.

» Nous nous bornerons pour le moment à ces quelques observations. Quand nous serons en possession d'un plus grand nombre de données et que nous aurons déterminé d'autres constantes, nous pourrons peut-être tirer des conclusions plus générales.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons les résultats obtenus avec les dérivés de réduction [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide gras, non saturé, l'acide isanique.* Note de M. **Alex. Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les graines d'I'Sano du pays Loango, dénommées aussi *Ungueko* chez les M'Pongoués, proviennent, d'après les déterminations de M. H. Lecomte, d'un grand arbre de la famille des Olacinées, dont les fruits consistent en une drupe de plus de 3^{cm} de longueur à noyau brunâtre, ovoïde, long de $2^{cm},7$; l'épaisseur des parois du noyau est de 1^{mm} environ; la graine est attachée au fond de la cavité; son albumen est huileux, non amylacé; son goût rappelle un peu celui de la noisette. Ces graines renferment une matière grasse qu'on peut extraire par la benzine et qui se présente sous forme d'une huile [2] rougeâtre, visqueuse, très siccative,

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

(2) L'étude chimique des graines et les caractères de cette huile seront décrits dans le *Bulletin de la Société chimique*.

qui, après saponification, donne environ 86 pour 100 d'acides gras liquides, bruns, dont les sels de plomb sont intégralement solubles dans l'éther; ces corps font donc partie du groupe des acides non saturés. Si l'on effectue sur ces acides, mis en solution dans l'ammoniaque étendue, une série de précipitations fractionnées par le chlorure de baryum, on peut constater la présence de trois acides gras :

» 1° Un acide liquide, jaune, que nous avons caractérisé comme acide oléique et qui est en proportion de 15 pour 100 environ des acides totaux;

» 2° Un acide liquide, brun, très oxydable, dont les propriétés sont celles de l'acide linoléique et dont la quantité est de 75 pour 100 environ;

» 3° Enfin un acide solide, blanc, contenu à raison de 10 pour 100 environ. C'est l'étude de cet acide que nous exposons ici.

» Il se présente en magnifiques cristaux feuilletés, fondant à 41°, très solubles dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme, le benzène, l'acétone, l'alcool méthylique, l'éther de pétrole. Il est soluble dans les alcalis en donnant des sels qu'on peut faire cristalliser.

» Ce nouvel acide possède une odeur spéciale assez caractéristique. Il n'est pas entraînable par la vapeur d'eau; il distille dans le vide en se décomposant partiellement; son pouvoir rotatoire est nul.

» L'altérabilité de cet acide est extrême; au contact de l'air il se colore immédiatement en rose, en même temps qu'il absorbe de l'oxygène. On peut le séparer de ce produit rose par traitement à l'éther dans lequel il est presque insoluble. Ses sels possèdent également une très grande altérabilité. Ces propriétés rendent les analyses et les dosages particulièrement difficiles.

» L'analyse élémentaire de l'acide a fourni les chiffres ci-dessous :

	I.	II.	III.	IV.
Hydrogène	8,99	9,68	9,36	9,18
Carbone	76,96	76,21	76,37	76,97
Oxygène (par différence)	14,05	14,11	14,27	13,85

	Calculé pour	
	$C^{14}H^{20}O^2$.	$C^{15}H^{22}O^2$.
Hydrogène	9,09	9,40
Carbone	76,36	76,92
Oxygène	14,55	13,68

» Les dosages d'argent et de baryum dans les sels correspondants ont donné :

Ag pour 100	31,05
Ba pour 100	24,40

	Calculé	
	$C^{14}H^{19}O^2Ag$.	$C^{15}H^{21}O^2Ag$.
Ag pour 100	33,02	31,67
	$(C^{14}H^{19}O^2)^2Ba$.	$(C^{15}H^{21}O^2)^2Ba$.
Ba pour 100	23,82	22,71

» Ce nouvel acide semble donc se rattacher à la série $C^nH^{2n-8}O^2$ et avoir pour formule $C^{14}H^{20}O^2$. La méthode cryoscopique de M. Raoult a indiqué un poids moléculaire de 217, voisin de 220, nombre qu'exigerait la formule précédente. Nous proposons d'appeler ce corps *acide isanique* pour rappeler son origine.

» La capacité d'absorption de cet acide pour le brome correspond sensiblement à deux molécules et ne doit probablement pas donner de corps saturé. Nous avons essayé de remonter à ce dernier par hydrogénation de l'acide lui-même par l'acide iodhydrique en tube scellé à 200°; mais nous n'avons obtenu aucun produit défini.

» Les recherches faites pour constater si l'acide isanique ne se condensait pas à la façon de l'acide oléique, qui donne de l'acide élaïdique, ont donné des résultats négatifs : ni la lumière, ni le nitrate acide de mercure n'ont eu d'action dans ce sens.

» Les sels du nouvel acide présentaient les propriétés suivantes :

» L'isanate d'ammonium est soluble dans l'eau, d'où il peut cristalliser en paillettes nacrées. Celui de baryum est une poudre blanche, soluble à chaud dans le chloroforme et l'alcool d'où il se dépose à froid en cristaux microscopiques. Les sels d'argent et de plomb constituent des poudres blanches amorphes. Tous présentent comme caractère commun une très grande altérabilité et prennent immédiatement, au contact de l'air, une couleur rose de plus en plus foncée.

» La matière colorante, qui se forme par oxydation de l'acide isanique, possède une grande stabilité. Faut-il voir dans ces propriétés l'indication d'un processus de formation des matières colorantes végétales? Les recherches que nous avons faites à ce sujet ne nous permettent encore de rien affirmer; nous pensons cependant devoir les continuer, en même temps

que nous poursuivrons l'étude de la matière colorante rose dont nous avons parlé.

» Les échantillons qui nous ont permis d'effectuer ce travail sont dus à l'obligeance de M. H. Lecomte et de M. Arnaud, que nous sommes heureux de pouvoir remercier ici ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Appareil digestif d'un Orthoptère de la famille des Gryllidæ, le* Brachytrypes membranaceus ([2]). Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'appareil digestif des *Brachytrypes* n'a encore fait l'objet d'aucune recherche. Cet appareil, que nous venons d'étudier chez le *Brachytrypes membranaceus,* présente des caractères particuliers qui le différencient de celui des *Blattidæ,* des *Forficulidæ,* etc., mais le rapprochent de celui de la *Gryllotalpa*. Pourtant, il diffère de celui de cette dernière par l'atrophie de l'œsophage, l'énorme volume du jabot, la réduction des appendices intestinaux, situés à l'extrémité du gésier, et surtout par la longueur considérable et les nombreuses circonvolutions que forme l'intestin proprement dit.

» Le *pharynx* est court, cylindrique et repose, par sa face inférieure, sur une lamelle chitineuse concave vers le haut, dirigée en avant et dépendant de la région postérieure de la tête. Les parois de l'organe sont épaisses et présentent intérieurement une série de six à huit plis longitudinaux. Les faces latérales et la face dorsale reçoivent l'insertion d'un grand nombre de faisceaux musculaires, placés en séries rectilignes, qui vont se fixer sur les parois de la région occipito-latérale de la tête.

» L'*œsophage* est très court et constitue un isthme fort étroit, reliant le pharynx au jabot. Ses parois sont minces et transparentes et se continuent, sans ligne de démarcation, avec celles du jabot.

» Le *jabot* du *Brachytrypes membranaceus* est très volumineux et constitue un organe allongé, cylindrique à son origine, puis dilaté et affectant alors la forme d'un tronc de cône. Il commence dans le quart antérieur du prothorax et s'étend jusqu'au premier segment abdominal. Situé dans

---

([1]) Travail fait au laboratoire des Travaux pratiques de Chimie de la Faculté de Médecine de Paris.

([2]) Travail fait au Muséum (laboratoire de M. le professeur Edm. Perrier).

l'axe du corselet, au-dessus du système nerveux, il est recouvert supérieurement par une épaisse couche de tissu adipeux et des fibrilles musculaires. Latéralement, existent de puissants faisceaux musculaires, localisés principalement dans le mésothorax et le métathorax. Le volume de l'organe est considérable; ses parois sont minces, transparentes, très élastiques et constituées par deux couches musculaires.

» Elles sont lisses extérieurement et ne présentent, à l'intérieur, que des stries longitudinales fort peu accentuées.

» Le *gésier,* situé dans l'axe des deux premiers segments abdominaux, est un organe qui offre certaines analogies avec celui des autres Gryllidæ. Il présente une forme ovoïde très régulière et se continue, en avant, par un appendice tubuleux fort court qui le rattache au jabot. Ses parois sont lisses à l'intérieur, mais très épaisses et fortement musculaires. Le pédicule antérieur est muni, à son origine, d'un orifice étoilé à six branches, séparées par autant de valves qui, en s'appliquant l'une contre l'autre, ferment l'orifice d'une façon hermétique. Des muscles latéraux effectuent le redressement de ces valves et permettent ainsi le passage des aliments du jabot dans le gésier.

» A partir de l'orifice, on voit apparaître six bandelettes longitudinales, striées transversalement, affectant de cette sorte l'aspect d'une scie. La région centrale du *gésier* présente la forme d'un ellipsoïde à grand axe dirigé d'avant en arrière. Sa paroi interne est recouverte d'une armature chitineuse très compliquée et que nous n'avons rencontrée nulle part, chez les autres Orthoptères, aussi complète et aussi propre à effectuer une trituration menue des aliments.

» L'armature masticatrice interne comprend six longues séries ou colonnes longitudinales de dents étroitement imbriquées entre elles. Chaque colonnette est séparée de sa voisine par une lamelle chitineuse parcourant l'organe dans toute sa longueur. Dans chacune d'elles on distingue deux sortes de dents disposées en trois séries : une série médiane, la plus large et de beaucoup la plus importante, et deux séries latérales, à faces internes en partie recouvertes par la série centrale, comprenant des dents de même forme. Les dents de la file médiane sont larges, fortes, résistantes, chitineuses, recourbées à angle obtus et à pointe dirigée en arrière, c'est-à-dire vers l'orifice intestinal. Le nombre des dents médianes que renferme chacun des groupes varie de seize à dix-huit et chacune d'elles, à racine double et à pointe tricuspide, est profondément enfoncée dans un treillis alvéolaire reposant sur la couche musculaire

pariétale. La racine de la dent, à direction presque horizontale, présente deux prolongements chitineux latéraux obliquement implantés dans les parois du gésier.

» La couronne est inclinée obliquement sur la racine et porte trois pointes : une médiane et deux latérales. La pointe médiane est fortement chitineuse, de forme triangulaire et porte, sur les bords, une série de cinq à six denticulations disposées comme les dents d'une scie. Elle est légèrement recourbée en arrière et recouvre en partie, sans toutefois s'appliquer sur elle, la partie correspondante de la dent suivante. Quant aux appendices latéraux, ils sont au nombre de deux : l'un situé en arrière de la pointe médiane et l'autre en avant de cette dernière. L'appendice chitineux postérieur a la forme d'une lame d'abord aplatie et appliquée contre l'origine de la racine de la dent et à sa face dorsale. Une fois libre, il se dilate, se recourbe en formant un demi-cornet et émet deux pointes acérées et chitineuses, séparées l'une de l'autre par une échancrure demi-circulaire. L'appendice antérieur, beaucoup moins volumineux, se compose uniquement d'une lamelle puissante terminée en pointe et dirigée vers le tubercule antérieur de la lamelle postérieure. Les dents de la rangée latérale affectent la forme d'un tronc de prisme triangulaire. Par leur base élargie, elles reposent sur la paroi du gésier. Leur face interne est lisse, régulière et oblique, et l'externe possède une direction presque perpendiculaire. Le sommet de la dent porte deux pointes, dont l'une large, aplatie d'avant en arrière, est chitineuse et de couleur rouge sombre, et l'autre, beaucoup plus petite que la première, est mousse et porte de petits appendices courts ressemblant à des soies.

» L'orifice compris entre l'intestin moyen et le gésier est irrégulier, étoilé et fermé, à l'état de repos, par le rapprochement de six valvules.

» Après le *gésier* vient une sorte de vestibule court et cylindrique, sur les parois duquel viennent s'ouvrir deux *appendices intestinaux,* assez semblables à ceux des *Gryllotalpa,* mais en différant cependant par leur volume et leur hauteur moins considérables et leur forme légèrement aplatie. Ces *appendices,* recourbés en arc, embrassent la presque totalité du gésier, sauf sa partie antérieure, et se terminent, à leur extrémité supérieure, par une pointe mousse.

» L'*intestin moyen* qui vient ensuite est un tube cylindrique, légèrement boursouflé, qui décrit deux ou trois circonvolutions. Ses parois sont épaisses et il reçoit, à son extrémité postérieure, le canal excréteur des *tubes de Malpighi.* Ces dernières glandes forment une touffe composée de

100 à 120 canalicules courts et capillaires qui vont s'ouvrir dans un conduit collecteur commun, long de 8 à 10^{mm}. On observe une disposition analogue chez la *Gryllotalpa*.

» L'*intestin postérieur* ne présente à peu près que le quart de la longueur de l'intestin moyen. Il affecte la forme d'un tube cylindrique parcouru transversalement par une série de stries circulaires. Son renflement postérieur ou *rectum* s'ouvre au dehors par un orifice situé au-dessus du pore génital. »

ZOOLOGIE. — *Sur une coloration, d'origine hépatique, chez l'Huître.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« Dans plusieurs Communications précédentes ([1]), j'ai étudié les diverses colorations que l'Huître peut offrir normalement, en plein état de santé, sans nulle altération tissulaire. J'en ai fait connaître le processus histologique, montrant qu'il demeure identique dans le verdissement, le brunissement, etc. Les observations que je résume aujourd'hui sont relatives à une coloration fort différente, car elle est de nature pathologique.

» Très rare chez les Huîtres du littoral français, elle semble plus fréquente en Amérique et en Angleterre. On l'y a signalée sous le nom de *pale greeness,* cherchant à la confondre avec le verdissement des Huîtres de Marennes et de la Tremblade, afin de pouvoir présenter celles-ci comme malades, partant comme nocives.

» Lors de la discussion qui s'est récemment ouverte, devant l'Académie de Médecine, sur les diverses causes de nocuité imputées aux Huîtres, j'avais mentionné le fait ([2]), en réservant son étude.

» Elle ne laisse pas d'être instructive; complexe en apparence, elle s'éclaire aisément par certaines des notions qui se déduisent de mes recherches antérieures.

» Au point de vue macroscopique, l'aspect des Huîtres, en état de chromatisme morbide, diffère totalement de celui des Huîtres vertes ou brunes : ce n'est plus sur les branchies et les palpes labiaux que se localise, avec intensité, la coloration ; d'un ton pâle, gris jaunâtre ou gris verdâtre, elle s'étend sur tout le manteau, sur la masse viscérale, etc. Les papilles bran-

---

([1]) *Comptes rendus,* séances des 6 février 1893, 22 avril 1895, etc.

([2]) *Bulletin de l'Académie de Médecine,* séance du 9 juin 1896.

chiales rétractées, la chair molle, le goût fade et parfois alliacé suffisent à déceler la maladie.

» L'examen microscopique achève de l'établir, montrant en même temps quelle en est l'origine.

» Elle réside dans le volumineux organe décrit sous le nom de « foie ». De structure fort simple, cette glande a pourtant souvent divisé les anatomistes qui l'ont présentée tantôt comme acineuse, tantôt comme tubuleuse. Les culs-de-sac, cylindres, etc., sont tapissés par des cellules variables dans leur forme comme dans leur contenu. Petites vers la paroi du cul-de-sac, volumineuses en son milieu, elles y offrent différents produits : graisse, grains calcifiés, pigment, etc. Les lobes et lobules de la glande sont, à l'état normal, assez étroitement unis ; le tissu conjonctif s'y trouve peu développé.

» Chez les Huîtres qui font l'objet de la présente Communication, ces caractères se modifient. Les cellules pigmentifères deviennent prédominantes ; leur contenu s'altère : ordinairement brun ou jaune, il vire au gris verdâtre, tantôt clair, tantôt foncé avec persistance de grains jaunes.

» Le protoplasma se trouble et l'on ne trouve plus trace des trabécules hyaloplasmiques, d'où la prompte désagrégation des cellules. Quelques-unes demeurent intactes, elles flottent dans un liquide glauque, remplissant les cylindres et culs-de-sac.

» Tandis que ces modifications se manifestent dans les éléments sécréteurs, il en est d'autres qui s'opèrent dans le tissu conjonctif. On serait peut-être tenté de ne leur accorder qu'une valeur secondaire ; en réalité, elles entraînent des conséquences importantes et présentent un intérêt spécial.

» Elles débutent par des phénomènes de prolifération. L'altération des cellules glandulaires retentissant sur les éléments conjonctifs, ceux-ci augmentent de volume, puis se multiplient. Leur mode de division offre même d'intéressantes particularités sur lesquelles je ne puis insister actuellement, me bornant à indiquer l'accroissement qui en résulte pour le tissu interstitiel, pris dans son ensemble.

» Cet accroissement est d'autant plus appréciable que, chez l'Huître, les lobes et lobules sont normalement très rapprochés, comme je le mentionnais plus haut, et contrairement à ce qui s'observe chez d'autres Lamellibranches, tels que l'Anodonte (1).

---

(1) Il est utile de connaître cette particularité pour interpréter exactement certaines

» Au stade de prolifération et d'hypertrophie en succède bientôt un autre, de nature fort dissemblable. Sous l'influence des phénomènes concomitants, les éléments conjonctifs passent de l'état statique à l'état dynamique. Des pseudopodes apparaissent sur plusieurs d'entre eux, spécialement sur les jeunes cellules, nées des partitions précitées; elles émigrent vers le centre des lobules dont le tissu propre, en pleine dégénérescence, a perdu toute cohésion.

» Alors se manifeste la phagocytose, que j'ai montrée si fréquente, si active chez l'Huître ([1]). Les cellules migratrices absorbent les granulations pigmentaires libres, ou, s'attaquant aux cellules glandulaires, s'emparent du pigment qui s'y trouve encore contenu.

» Gagnant les tissus ambiants, ces phagocytes y disséminent la matière colorante; bientôt elle imprègne tout le manteau. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner une coupe transversale du foie : on se rend aisément compte des rapports qui s'établissent entre les lobules hépatiques et les lacunes palléales, dans lesquelles pénètrent les grains pigmentaires, libres ou entraînés par les phagocytes. Ainsi se généralise, peu à peu, la coloration des tissus en jaune verdâtre, en gris brunâtre, etc., suivant les altérations du pigment hépatique.

» Toujours pâles et uniformes, ces teintes ne sauraient être assimilées au verdissement caractéristique des Huîtres de Marennes. Les plus profondes différences séparent ces deux ordres de chromatisme : se manifestant en dehors de tout phénomène pathologique, le verdissement s'opère par la pigmentation progressive des macroblastes et se localise dans les régions occupées par ces cellules; il n'offre donc aucune analogie avec les teintes corrélatives de la dégénérescence hépatique et de la dissémination des pigments biliaires.

» On ne saurait trop insister sur cette distinction, en présence des allégations qui, dans certaines publications étrangères, tendent à déprécier les produits de nos parcs ostréicoles. Mais c'est surtout à un autre point de vue que je me permets d'appeler l'attention sur les faits dont on vient de

---

figures, reproduites dans divers Traités. Elles semblent devoir faire attribuer un polymorphisme exceptionnel aux « cellules hépatiques » de l'Anodonte. En réalité, on a groupé, sous ce nom, des éléments très différents : les uns glandulaires, les autres conjonctifs; ceux-ci étant relativement abondants, la dilacération les présente toujours nombreux. Il n'en est pas de même chez l'Huître, observée dans des conditions normales.

([1]) *Comptes rendus,* séance du 24 février 1896.

lire le résumé : mettant en évidence l'extrême malléabilité de la cellule conjonctive, ils montrent comment elle s'adapte aux rôles fonctionnels les plus divers; en même temps, ils permettent d'apprécier la puissance de la phagocytose et l'extension de ses effets. Ces conclusions se confondent donc étroitement avec celles que j'ai formulées à la suite de mes précédentes observations. »

MINÉRALOGIE. — *Étude pétrographique de la pierre météorique tombée à Madrid le 10 février 1896*. Note de M. GREDILLA Y GAUNA.

« Deux parties essentielles constituent la substance de la météorite : une partie métallique et une partie pierreuse.

» PORTION MÉTALLIQUE. — Les métaux disséminés dans l'intérieur de la masse pierreuse appartiennent à trois espèces minéralogiques :

» *Schreibersite* (phosphure double de fer et de nickel) : se présente en aiguilles brillantes dans une masse laminaire anguleuse noir bleuâtre de kamacite ($Fe^{14}Ni$);

» *Ivoilite* (protosulfure de fer) : plus abondante que l'antérieure, en masses arrondies de couleur brun de bronze très pâle, avec lustre métallique;

» *Chromite* (fer chromé) : moins abondante que les deux espèces précédentes, d'aspect anguleux et de couleur noir mat, et quelquefois avec des contours arrondis, de couleur brun noirâtre.

» PORTION PIERREUSE. — Voici les minéraux que nous y avons trouvés :

» *Péridot* (silicate de magnésie et de fer) : en cristaux et en grains arrondis et anguleux, avec les caractères typiques assignés par les micrographes à cette espèce, qui est ici la plus essentielle;

» *Enstatite* (silicate de magnésie, avec des traces de fer) : pyroxène orthorhombique avec aspect fibreux et quelquefois en faisceaux divergents dont l'allongement correspond à l'axe de zone $h^1 g^1$;

» *Augite* (silicate d'alumine, de chaux, de magnésie et de fer) : pyroxène monosymétrique, en cristaux avec les angles $h^1 p = 105^\circ$ et $pa^1 = 148^\circ 35'$. Zonaire parallèlement aux faces basiques et orthodomiques et avec les autres caractères assignés à cette espèce.

» *Feldspath plagioclasique-oligoclase* (silicate d'alumine, de soude et de chaux) en lames hémitropes ou maclées selon la loi de l'albite et avec un angle d'extinction de 3° à 6°; sa couleur est blanc laiteux.

» Ces trois derniers minéraux se trouvent en petite quantité et épars dans la masse du péridot.

» *Chondros.* — Les plus abondants sont d'olivine, monosomatiques. Il y en a d'autres nuageux avec extinction croisée.

» Dans la classification de Meunier, la météorite de Madrid appartient aux Sporadosidères, Oligosidères, roches polygéniques dans lesquelles j'établis, à côté des groupes ou types Limerickite et Chantonnite, un nouveau groupe avec la dénomination de *Madridite.* »

GÉOLOGIE. — *Structure bréchoïde du Tithonique supérieur du sud de l'Ardèche. Preuves de son origine à la fois postsédimentaire et chimique.* Note de M. L. **Cayeux**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La structure bréchoïde est développée dans tous les calcaires du Jurassique supérieur du sud de l'Ardèche, depuis l'assise à *Peltoceras bimammatum* jusqu'aux couches tithoniques à *Perisphinctes transitorius.* Elle a son expression la plus nette dans le Tithonique même et, en particulier, au niveau des calcaires blancs, dans lesquels j'ai signalé récemment une très riche faune de Radiolaires ([1]). Je vais essayer d'établir que cette structure est *postsédimentaire* ou *secondaire* et d'*origine chimique* dans certaines brèches du Tithonique supérieur du sud de l'Ardèche, qu'il faut considérer comme des *fausses brèches.*

» Trois ordres de considérations conduisent à cette conclusion :

» 1° *Disposition lenticulaire accidentelle de la brèche.* — En de rares points de la région comprise entre Beaulieu, Saint-Paul-le-Jeune et Saint-André, on voit la structure bréchoïde apparaître brusquement, au sein d'une masse de calcaire blanc homogène, et se développer, sous forme *lenticulaire,* sur une longueur d'un à plusieurs mètres et sur une hauteur de quelques décimètres.

» 2° *Caractères macroscopiques de la brèche.* — Les éléments qui prennent part à la composition de cette brèche sont des morceaux d'un calcaire blanc identique à celui qui constitue la masse de l'assise. Le ciment qui les agglutine est gris foncé; examiné à la loupe, il se montre rempli de petits grains blancs, passant par tous les intermédiaires aux éléments les plus volumineux de la brèche, mesurant plusieurs centimètres de diamètre.

([1]) L. Cayeux, *De l'existence de nombreux Radiolaires dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche* (*Comptes rendus,* séance du 10 février 1896, et *Ann. Soc. géol. du Nord,* t. XXIV, p. 26 et suiv.).

» Les fragments de calcaire affectent les formes les plus variées. Ils sont arrondis ou anguleux. Parfois leurs contours sont profondément découpés et comme festonnés. En certains cas, ils présentent des sortes d'étranglements tellement prononcés qu'ils se décomposent en deux parties presque indépendantes, rattachées entre elles par de fins trabécules calcaires. En faisant polir de gros échantillons sur plusieurs faces, il n'est pas rare de constater que des morceaux de calcaire blanc parfaitement isolés et largement séparés d'un côté, se rapprochent et se soudent en profondeur. Ce sont comme des digitations irrégulières d'un seul et même élément : ils n'ont point d'existence propre.

» Considérés dans leurs rapports avec le ciment, les soi-disant fragments affectent deux manières d'être :

» A. Leurs contours sont nettement arrêtés. Ils se comportent en apparence comme des corps indépendants de la masse calcaire qui les enveloppe.

» B. Les noyaux calcaires se fondent sur leurs bords avec le ciment : leur teinte se dégrade, vire au gris et passe à celle du ciment par les transitions les plus ménagées; ce qui revient à dire qu'ils *font corps* avec le ciment.

» Les deux manières d'être s'observent fréquemment pour un seul et même élément dont les contours sont parfaitement arrêtés d'un côté, et tout à fait incertains de l'autre.

» 3° *Caractères microscopiques.* — Les coupes minces pratiquées dans les fragments se montrent identiques à celles du calcaire blanc non bréchoïde. Elles sont criblées, comme les dernières, de sections de Radiolaires calcifiés. Le calcaire blanc à Radiolaires est d'une grande homogénéité et d'une telle finesse qu'on peut à peine en discerner les éléments. Il est impur, d'aspect gris terne, et probablement pénétré d'un peu de matière argileuse.

» Les préparations faites dans le calcaire du ciment permettent d'y reconnaître une infinité de petits éléments de la grosseur de petites oolithes et de forme circulaire, elliptique ou irrégulière. Ils ne sont pas calibrés. Il s'en trouve parmi eux de beaucoup plus volumineux, visibles sans le secours du microscope. Un seul coup d'œil suffit pour établir que le calcaire de ces corpuscules est rigoureusement identique à celui des fragments englobés dans le ciment : on y retrouve les mêmes Radiolaires avec la même fréquence et le même état de conservation. L'identité est complétée par la structure, la finesse et la teinte des corpuscules.

» Les corpuscules sont séparés par de la *calcite* largement cristallisée, clivée, très pure et incolore, qui constitue pour ainsi dire la trame de la roche. Dans le ciment le mieux caractérisé, l'espace réservé aux corpuscules l'emporte toujours notablement sur celui de la calcite.

» Vient-on à pratiquer une section sur la zone de passage d'un noyau de calcaire blanc au ciment, on voit, à partir du point où ce dernier est composé comme je viens de le dire, les plages occupées par la calcite se rétrécir, puis les corpuscules se mettre en contact; et l'on franchit, pour atteindre le fragment normalement constitué, une large bande où les corpuscules sont de moins en moins individualisés. Finalement leur soudure est complète, et l'on n'aperçoit plus que de rares taches de calcite qui interrompent çà et là la continuité du calcaire.

» Quand les fragments de calcaire blanc ont des contours parfaitement arrêtés, on

passe brusquement du calcaire homogène au ciment à corpuscules détachés par l'intermédiaire d'une étroite zone de calcite, discontinue et traversée, de place en place, par un peu de calcaire à Radiolaires, reliant quelques corpuscules du ciment au calcaire blanc.

» *Conclusions.* — Le ciment de cette brèche apparaît donc comme le résultat d'une différenciation spéciale d'un calcaire identique à celui des éléments qu'il englobe. Il faut se représenter la brèche comme ayant son origine dans un calcaire blanc homogène à Radiolaires. Cette roche a subi un commencement de cristallisation aboutissant à la formation de calcite, comme c'est le cas pour de nombreux calcaires anciens ; mais, au lieu de s'étendre progressivement à toute la masse, d'un point à un autre, et sans laisser le moindre vestige du calcaire ancien, la métamorphose s'est effectuée *simultanément* en une foule de points, de façon à respecter une multitude d'îlots calcaires microscopiques et à isoler de gros morceaux de calcaire blanc. Les corpuscules de ciment, de même que les fragments, ne sont à proprement parler que des éléments découpés dans le calcaire blanc à Radiolaires par la calcite engendrée à ses dépens. Ainsi s'expliquent la disposition parfois lenticulaire de la brèche, les caractères morphologiques si particuliers des éléments qui la composent et la soudure si intime de quelques fragments au ciment.

» La genèse de la brèche que j'ai spécialement en vue ici est consécutive de la période de *cristallisation* des calcaires. C'est une des nombreuses manifestations des phénomènes complexes, en grande partie du ressort de la Chimie, qui affectent les sédiments après leur dépôt, en effacent les caractères originels et les dotent d'une physionomie et de propriétés nouvelles.

» Je crois avoir démontré, dans l'espèce, que la structure bréchoïde est *secondaire* et qu'elle a son point de départ dans un phénomène d'ordre *chimique :* la transformation du calcaire en calcite. Ces conclusions s'appliquent, pour le moment, à un cas particulier et non à toutes les brèches du Jurassique supérieur du midi de la France ; mais je suis convaincu que le développement de la structure bréchoïde, par processus chimique, devra servir d'explication à beaucoup de brèches françaises d'origine énigmatique. »

SPÉLÆOLOGIE. — *La grotte des Spélugues*. Note de M. E. **Rivière**.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est le résumé de l'étude que le prince de Monaco a bien voulu me confier des trouvailles faites il y a quelques années dans une grotte de la principauté. Cette grotte, que j'appellerai *Grotte des Spélugues*, du nom du rocher dans lequel elle était creusée — naturellement bien entendu — était située (1) dans la paroi nord de la tranchée du chemin de fer de Monaco à Roquebrune, à 8^m environ au-dessus du niveau de la voie ferrée, c'est-à-dire dans la partie du promontoire de Monte-Carlo, dit des Spélugues (2).

» Elle a été découverte, en 1890, pendant le cours des travaux entrepris par la Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M. pour l'élargissement de la tranchée susdite, à une altitude de 35^m environ au-dessus de la Méditerranée. D'après une Note de M. Richard, secrétaire du prince de Monaco, cette grotte, « obstruée par des concrétions d'une très grande épais- » seur, devait mesurer environ 30^m de longueur sur $1^m,50$ de largeur et » un peu plus de 2^m de hauteur. »

» Le gouvernement monégasque informé, dès sa découverte, que l'on y avait trouvé des débris humains, donna l'ordre au conducteur des travaux du chemin de fer de recueillir avec soin tout ce que la grotte renfermait. C'est ainsi qu'a été envoyée au musée de Monaco la collection préhistorique dont je viens de terminer l'étude.

» Cette collection comprend : 1° un certain nombre d'ossements humains ; 2° des débris d'animaux ; 3° quelques rares produits de l'industrie de l'homme préhistorique (poteries et silex).

» A. Ossements humains. — Si ces os sont nombreux, fort peu d'entre eux, malheureusement, sont dans un bon état de conservation. Néanmoins, j'ai pu constater qu'ils provenaient de plusieurs individus d'âge et de sexe différents. Ces ossements sont :

» 1° *Pour la face :* les mandibules entières ou brisées de 5 sujets;

» 2° *Pour le membre supérieur :* 2 fragments de clavicule, 2 fragments de scapulum, 6 humérus (4 entiers ou à peu près entiers et 2 incomplets), dont deux d'homme, trois

---

(1) Elle a été détruite par les travaux du chemin de fer.

(2) Ce promontoire a été ainsi dénommé à cause de ses nombreuses crevasses (Σπήλυξ, grotte, trou).

de femme, le sixième de sexe incertain; 5 d'entre eux sont des humérus d'adulte; 2 cubitus, l'un entier, l'autre incomplet; des fragments de radius; enfin quelques os de la main.

» 3° *Pour le membre inférieur :* un fragment de l'os iliaque droit; 9 fémurs (l'un d'eux seulement est entier), dont 5 appartiennent au membre inférieur gauche et 4 au membre inférieur droit. Le fémur entier est celui d'une femme, il présente un indice pilastrique de 85,45 et un indice platymérique de 64,51. Enfin 1 tibia de femme, presque entier, présentant une platycnémie très faible. Le pied est représenté par un seul os, un calcanéum.

» 4° *Tronc.* — Je n'ai eu en ma possession que : 1° une série de côtes en plus ou moins bon état; 2° une partie du sternum; 3° un certain nombre de pièces de la colonne vertébrale : soit 3 vertèbres cervicales, dont 2 axis; 9 vertèbres dorsales; 3 vertèbres lombaires; plusieurs autres vertèbres brisées et 2 fragments de sacrum. L'un de ces derniers présente cette particularité que les deux premières pièces qui le constituent sont incomplètement soudées.

» Après avoir déterminé toutes ces pièces osseuses et m'être rendu compte du sexe des individus dont elles provenaient, j'ai pris les mensurations des os susceptibles de me donner la taille de ces individus, c'est-à-dire la longueur des os longs des membres supérieurs et inférieurs et, comparant les chiffres obtenus avec ceux des Tableaux dressés par M. le D[r] Manouvrier, j'ai pu constater que :

» 1° Les restes humains de la grotte des Spélugues étaient ceux de *neuf individus* au moins, soit : (*a*) un enfant d'une dizaine d'années; (*b*) un sujet un peu plus âgé, quoique non adulte encore; (*c*) six sujets adultes et un vieillard.

» 2° La race de ces individus, pour cinq d'entre eux au moins, était une race de petite taille, oscillant entre $1^m,45$, chiffre minimum, et $1^m,489$, chiffre maximum. Le sixième sujet (un homme) mesurait, par contre, $1^m,60$.

» 3° Les hommes et les femmes sont à peu près de même taille, à l'exception de l'homme qui figure sous le n° 6, l'homme le plus petit mesurant $1^m,47$ et le plus grand, $1^m,476$, tandis que la femme la plus petite mesure $1^m,45$ et la plus grande, $1^m,489$.

» B. Faune. — La faune de la grotte des Spélugues est représentée par un très petit nombre d'animaux qui sont :

» 1° Un Canidé de la taille du *Renard;*

» 2° Un Rongeur, genre *Lepus*, très probablement;

» 3° Un Ruminant de la taille du *Mouton;*

» 4° Un Oiseau dont le seul reste, l'extrémité inférieure d'un humérus, ne permet pas la détermination.

» C. Industrie. — Elle est franchement néolithique et appartient à l'époque des temps préhistoriques dite robenhausienne. Elle est caractérisée, en effet :

» 1° Par une très jolie petite pointe de flèche en silex blond foncé, à base à peu près rectiligne ;

» 2° Par plusieurs fragments de poteries grossières, à grains siliceux, de couleur brun rougeâtre, dont quatre morceaux paraissent provenir d'un même grand vase au bord festonné, tandis que la panse est ornée d'une sorte de cordon formé d'une succession de petites dépressions faites avec le doigt.

» Conclusions. — De l'étude que j'ai faite des pièces provenant de la grotte des Spélugues, il me paraît résulter que les individus dont les squelettes y ont été trouvés vivaient à la période géologique actuelle, dans les temps néolithiques, à l'époque robenhausienne, c'est-à-dire postérieurement aux hommes des grottes de Menton qui sont, comme je l'ai maintes fois dit et prouvé, des hommes de la fin des temps quaternaires, géologiquement parlant, et magdaléniens au point de vue archéologique.

» La race des hommes des Spélugues diffère d'ailleurs absolument aussi de celle des hommes fossiles de Menton par la plupart de ses caractères anatomiques, notamment par les caractères craniens et la longueur des membres, qui, chez les premiers, indique une race de petite taille, alors que les individus des grottes de Menton sont, au contraire, de grande taille. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur une variation électrique déterminée dans le nerf acoustique excité par le son* ([1]). Note de MM. **H. Beauregard** et **E. Dupuy**, présentée par M. d'Arsonval.

« Préoccupés d'établir une méthode permettant de déterminer, chez les animaux, les limites de la sensation auditive, nous avons pensé pouvoir appliquer à cette détermination le courant d'action qui, théoriquement, doit se produire dans le nerf acoustique excité par le son.

» Il nous fallait tout d'abord démontrer la possibilité d'enregistrer le courant normal du nerf acoustique sectionné et aussi le courant d'action qui s'y produit lorsqu'il est excité.

([1]) Travail du Laboratoire d'Anatomie comparée des Hautes Études au Muséum.

» A cet effet, nous avons employé le galvanomètre universel apériodique de M. d'Arsonval, en nous servant de l'échelle micrométrique qui permet d'observer des courants extrêmement faibles. Nos expériences ont été faites sur la grenouille et sur le cobaye, et nous opérions de la manière suivante :

» La calotte cranienne rapidement enlevée, ainsi qu'une portion du cervelet de manière à découvrir le nerf acoustique du côté choisi pour l'expérimentation, ce nerf est sectionné; nous appliquons sur l'extrémité coupée une électrode impolarisable (électrode de M. d'Arsonval) et l'autre électrode est placée sur le tympan. Ces électrodes sont reliées au galvanomètre.

» Si l'opération a été bien menée, nous constatons, dès que les électrodes sont en place, l'existence d'un courant qui se traduit par un mouvement continu de l'échelle micrométrique devant le fil vertical immobile qui sert d'index.

» Ceci posé, au moyen d'un sifflet métallique, nous émettons un son aigu, au voisinage de l'oreille en expérience. Aussitôt, nous pouvons constater un courant de sens inverse (courant d'action) produit dans le nerf acoustique; ce courant se traduit par un arrêt du mouvement de l'échelle micrométrique et un changement de sens du mouvement primitif. L'oscillation ainsi produite a été, dans nos expériences, en moyenne de 3° de l'échelle pour le son aigu du sifflet employé. Dès que le son cesse, le courant d'appel du nerf se manifeste de nouveau et l'échelle reprend son mouvement dans le premier sens.

» Ces expériences, que nous avons pu répéter un grand nombre de fois avec succès, établissent qu'il est possible d'enregistrer le courant d'action produit dans le nerf acoustique excité par le son.

» Avant d'aller plus loin nous noterons quelques particularités observées au cours de l'expérience :

» 1° Dans les conditions où nous opérons, l'appareil acoustique paraît se fatiguer rapidement, car si, dans l'empressement d'observer le courant d'action, on fait succéder assez rapidement deux ou trois coups de sifflet, l'oscillation va diminuant chaque fois, jusqu'à disparaître totalement au troisième coup. Au contraire, si l'on met un intervalle de 40 à 50 secondes entre chaque son, on obtient une série d'oscillations bien nettes.

» 2° Pour peu que l'une des électrodes vienne à se déplacer et cesse d'être en contact soit avec le tympan soit avec l'extrémité sectionnée du nerf acoustique, ou encore que celle-ci vienne à être baignée de sang et isolée de l'électrode, le courant normal cesse de se manifester. Ces accidents, qui nous sont fréquemment arrivés au cours de nos expériences, prouvent que le courant observé est bien un courant qui traverse le nerf.

» 3° Enfin, dès que l'animal succombe, le courant cesse; nouvelle preuve qu'il s'agit bien d'une manifestation de la vie du nerf acoustique.

» Nous nous sommes servis de la grenouille et du cobaye en raison des

qualités bien connues de ces animaux comme sujets d'expériences, mais nous n'avons point eu la pensée d'étudier spécialement chez eux, dans ces recherches préliminaires, les limites de la sensation auditive. Nous nous bornons aujourd'hui à l'exposé des premiers résultats fondamentaux obtenus.

» Après avoir réussi à constater l'existence du courant normal et la production du courant d'action par l'excitation du nerf au moyen d'un son aigu, nous avons voulu établir si la différence de *hauteur* des sons se traduit par une différence dans la grandeur de l'oscillation. Nous avons pu constater qu'il en est bien ainsi. En effet, au moyen du diapason normal nous avons pu, en faisant vibrer cet instrument devant l'oreille du cobaye, déterminer une oscillation manifeste, quoique très inférieure à celle que donne le son aigu du sifflet. Avec le diapason normal, en effet, l'oscillation ne dépasse pas un degré de l'échelle micrométrique et parfois elle ne se manifeste que par un arrêt du mouvement primitif. Avec un grand diapason, donnant des sons très graves, nous n'avons pu observer l'oscillation chez le cobaye en expérience.

» Nous pouvons conclure de ces faits que la grandeur de l'oscillation électrique du nerf acoustique varie avec la hauteur du son qui arrive à l'oreille. Nous nous en tenons à cette conclusion générale, s'il est vrai, en effet, que pour l'oreille du cobaye les sons aigus déterminent dans le nerf acoustique une oscillation plus grande que les sons graves, il se peut que pour l'oreille d'un animal organisé pour la réception des sons graves, ce seront ceux-ci qui détermineront l'oscillation la plus grande.

» Il y aura lieu également de rechercher quel rôle peut jouer l'*intensité* des sons, en outre de leur hauteur, dans la production de l'oscillation. Alors nous aurons tous les éléments pour déterminer la limite de la sensation auditive chez un animal déterminé.

» Pour le moment nous avons démontré qu'on peut enregistrer le courant normal du nerf acoustique sectionné dans la cavité cranienne, ainsi que le courant inverse ou courant d'action que détermine l'excitation du nerf par les ondes sonores, courant inverse variable avec la hauteur du son. Nous ajouterons que ces expériences démontrent en même temps que l'oreille analyse les sons qui lui parviennent, et qu'elle fonctionne comme un centre nerveux. »

PHYSIOLOGIE. — *Action de diverses substances sur les mouvements de l'estomac, et innervation de cet organe*. Note de M. **Frédéric Battelli**, présentée par M. Potain.

« Je résume, dans cette Note, les résultats d'un grand nombre d'expériences, que j'ai faites dans le laboratoire de Thérapeutique expérimentale de M. le professeur Prévost, à l'Université de Genève.

» J'ai étudié sur des chiens, des chats, des lapins, des rats, les mouvements de l'estomac, et les modifications qu'y apportent un certain nombre de substances médicamenteuses. J'ai eu aussi en vue l'étude de l'innervation de l'estomac.

» Dans ces expériences [1], j'ai observé les mouvements de l'estomac au moyen d'un ballon en caoutchouc, introduit dans la cavité de l'organe par une ouverture faite à ses parois. Ce ballon était mis en relation avec un manomètre à eau qui permettait de se rendre compte des diverses modifications de la pression intrastomacale.

» J'ai aussi, dans un certain nombre d'expériences, enregistré ces mouvements au moyen d'un appareil spécialement construit dans ce but.

» Le détail de ces expériences sera publié par moi *in extenso;* je me contenterai de résumer, dans cette Note, les conclusions auxquelles je suis arrivé par cette longue étude sur 110 expériences.

» Les résultats les plus saillants qui ressortent de ce Travail peuvent se résumer comme suit :

» I. Les substances dont j'ai étudié l'effet sur les mouvements de l'estomac peuvent se diviser en plusieurs groupes :

» 1. Substances excitant les mouvements de l'estomac.

» *a*. Très énergiquement : *muscarine*, *pilocarpine*, *physostigmine*.

» *b*. Moins énergiquement, quoique à un degré notable : *nicotine*, *quinine*, *cocaïne*, *digitale*, *cornutine* et *ergot de seigle*, *caféine*, *alcool*, *morphine* (première phase), *peptone :* cette dernière substance agissant seulement par injection intraveineuse et ayant un effet passager.

---

[1] L'introduction d'une ampoule par voie œsophagienne (procédé de Morat, suivi par Wertheimer et Doyon), ou par une fistule gastrique permanente, non plus que la séparation de l'estomac et son observation dans une chambre humide (procédé Schütz), que j'ai essayés d'abord, m'ont donné des résultats peu précis.

» *c.* faiblement : *tartre stibié, cytisine, émétine, sulfate de zinc, sulfate de cuivre, arsenic, chloroforme* et *éther* en inhalations (première phase), et les suivantes n'agissant que si elles sont mises directement en contact avec la muqueuse gastrique : *orexyne, cannelle, girofle, amers, acide chlorhydrique, eau chaude, eau salée.*

» 2. Substances sans action sur les mouvements de l'estomac :

» *Purgatifs* (*acide cathartique, séné, coloquinte, eau-de-vie allemande*), hydrastis canadensis, *strychnine, pepsine, apomorphine.*

» 3. Substances diminuant la contractilité de l'estomac :

» *a.* Faiblement : *curare, inhalation des vapeurs d'éther ou de chloroforme* (seconde phase), *morphine* (seconde phase), *acide cyanhydrique, vératrine, elléborine de Merk, eau froide, accumulation d'acide carbonïque dans le sang* (asphyxie).

» *b.* Fortement et abolissant même ces mouvements : *chloral*, et surtout *atropine.*

» L'atropine peut produire cette abolition des mouvements, même lorsqu'ils ont été énergiquement provoqués par une substance qui les sollicite (muscarine, pilocarpine, physostigmine, etc.).

» 4. Substances abolissant les contractions rythmiques de l'estomac, les parois de l'organe se contractant en masse d'une manière énergique :

» Ingestion d'*éther* ou de *chloroforme* dans la cavité stomacale. L'atropine ne peut pas diminuer le tonus gastrique, élevé par l'introduction de ces substances dans l'estomac.

» II. Innervation de l'estomac. — Mes expériences m'ont amené, relativement à l'innervation de l'estomac, à conclure qu'il existe dans le nerf vague deux espèces de fibres :

» Les *fibres motrices* et les *fibres inhibitrices.*

» Elles proviennent toutes deux de la branche interne du spinal ; les fibres propres du pneumogastrique n'en contiennent pas.

» *Nerfs vagues.* — 1. L'excitabilité motrice des nerfs vagues sur l'estomac peut être modifiée de diverses façons.

» *a.* Elle est augmentée par : la *vératrine,* la *physostigmine*, l'*elléboréine,* la *caféine*, la *nicotine* (faible dose), l'*acide cyanhydrique* (faible dose).

» *b.* Elle est diminuée par : le *chloral,* le *curare,* l'*acide cyanhydrique* (haute dose), la *nicotine* (haute dose), les *sulfates de zinc* et de *cuivre.*

» *c.* Elle est abolie par l'*atropine*, et à moindre degré par la *cocaïne*, qui paralysent les fibres motrices tout en respectant les fibres inhibitrices.

» *d.* Elle est également abolie par un *jeûne prolongé,* dont la durée varie selon

l'espèce animale. Lorsque la nourriture est reprise, l'excitabilité du vague ne se rétablit qu'au bout de quelques heures, à une époque assez avancée de la digestion.

» Avant le stade de paralysie, on observe une augmentation de l'excitation latente; puis, lorsque l'excitabilité motrice est perdue, apparaît une excitabilité inhibitrice.

» 2. Les fibres inhibitrices du vague sont excitées par la *pilocarpine*.

» 3. L'excitabilité motrice du vague gauche est, en général, supérieure à celle du vague droit, tandis que, au contraire, l'excitabilité inhibitrice du vague droit est, en général, supérieure à celle du vague gauche.

» *Nerfs splanchniques*. — 4. L'action du splanchnique sur les mouvements de l'estomac n'est pas constamment la même. Le plus souvent, ce nerf est franchement inhibiteur, mais quelquefois il excite légèrement les contractions stomacales, et d'autres fois il paraît être sans action sur les mouvements de l'estomac.

» 5. Par la galvanisation simultanée du splanchnique et du vague, l'excitabilité motrice de ce dernier est, en général, beaucoup diminuée, quelquefois même complètement abolie.

» 6. Les fibres du splanchnique paraissent être paralysées en totalité par l'*atropine*. »

M. **A. Poincaré** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Mascart, les diagrammes des hauteurs barométriques qui ont servi à ses Communications insérées aux *Comptes rendus* des 24 juin, 30 septembre, 11 novembre, 30 décembre 1895 et 3 février 1896.

M. **J. Taupin** adresse une Note « Sur les chaleurs spécifiques ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juin 1896.

Les toxines microbiennes et animales, par M. Armand Gautier, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, etc. Paris, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XIX. Année 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; fasc. in-8°.

Distribution électrique de lumière et de force à Briançon, par M. Ch. Schweitzer, Capitaine du Génie, etc. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1896; in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Constant Prévost. Coup d'œil rétrospectif sur la Géologie en France, pendant la première moitié du XIXe *siècle,* par M. J. Gosselet, Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille. Lille, Liégeois, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Notice sur la Boussole (rapporteur et directrice) et la règle topographique de campagne, par M. le Capitaine Delcroix, ancien Professeur à l'École spéciale militaire. Paris et Limoges, H.-Charles Lavauzelle, 1894; in-8°. (Présenté par M. Bassot.)

Les mines d'or du Transvaal, par M. de Launay, Professeur à l'École supérieure des Mines. Paris, Baudry et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Annuaire géologique universel, par M. L. Carez, avec le concours de M. A. Peron, pour l'Algérie et la Tunisie. Année 1895. Tome XII. Paris, juin 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. N° 2. Paris, Imprimerie nationale, mai 1896; 1 vol. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. 15 juin 1896. Paris, Asselin et Houzeau; in-8°.

Ein Beitrag zur Erkenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Tagfaltern, von Enzio Reuter. Helsingfors, 1896; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juin 1896.

Principes de la Théorie des fonctions elliptiques et applications, par M. P. Appell, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, et M. E. Lacour, Professeur de Mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis. Premier fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Le marquis G. de Saporta, sa vie et ses travaux, par M. R. Zeiller. Notice lue dans la Séance annuelle de la Société géologique de France du 9 avril 1896. Paris, 1896; in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Organisme et Société, par M. René Worms, ancien élève de l'École Normale supérieure, etc. Paris, V. Giard et E. Brière, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

Œuvres de Fermat, publiées par les soins de MM. Paul Tannery et Charles Henry, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°.

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapports du Jury international publiés sous la direction de M.* Alfred Picard. Groupe VI: *Machines et appareils de la Mécanique générale* (3^e Partie). Classe 52. Paris, Imprimerie nationale, 1896; 1 vol. in-4°.

Précis de Stéréochimie, par M. A. Hantzsch, Professeur de Chimie à l'Université de Würzburg. Traduction française, publiée par MM. Ph.-A. Guye et M. Gautier, avec une Note additionnelle de M. A. Werner. Paris, G. Carré, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Lamarck botaniste; sa contribution à la méthode dite naturelle et à la troisième édition de *La Flore française,* par M. D. Clos. Toulouse, Douladoure-Privat, 1896; 1 br. in-8°.

La Chimie au début du xvii^e *siècle,* par M. Jules Delannoy. Lille, Le Bigot frères, 1896; 1 br. in-8°.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par M. A. Lacroix, Professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle. Tome I^{er}. (Deuxième Partie). Paris, Baudry et C^{ie}, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Archives du Musée Teyler. Série II. Vol. V. Première Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils; Leipzig, G.-E. Schultze; 1 vol. gr. in-8°.

Il passato ed il presente delle principali Teorie geometriche, per Gino Loria, Professore ordinario dell' Università di Genova. Torino, Carlo Clausen, 1896; in-8°. (Hommage de l'auteur.)

FIN DU TOME CENT VINGT-DEUXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABETIQUES.

JANVIER — JUIN 1896.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXII.

A

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
23012 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.